

Строение атома, электронная конфигурация атома

Д.И. Менделеева

VIII

Строение атома. Степень окисления,
валентность. Электроотрицательность.
Классификация неорганики.

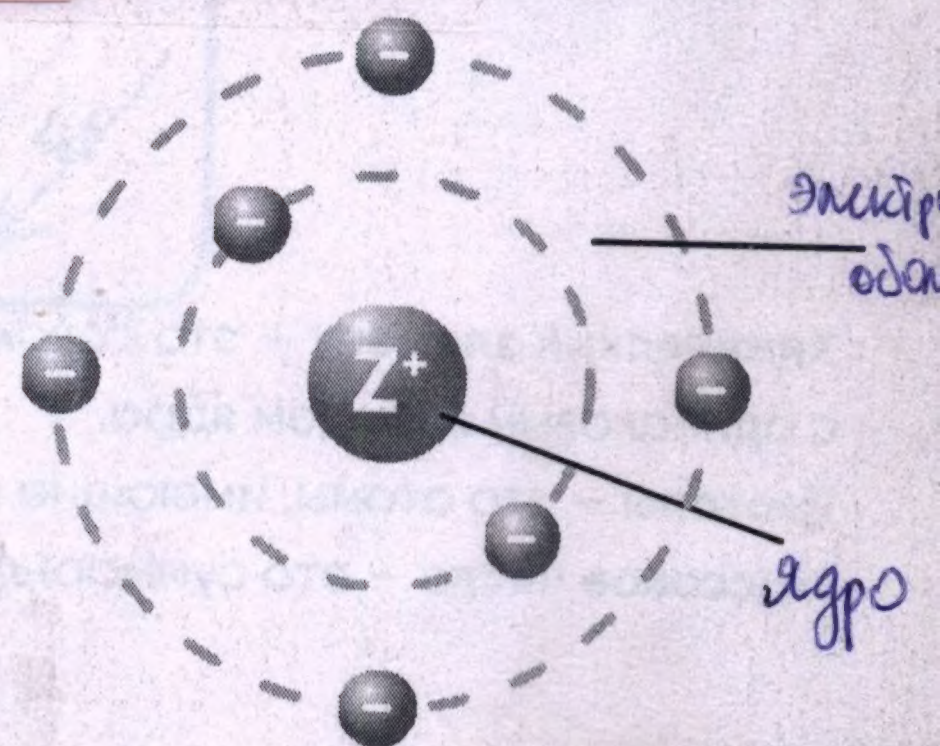
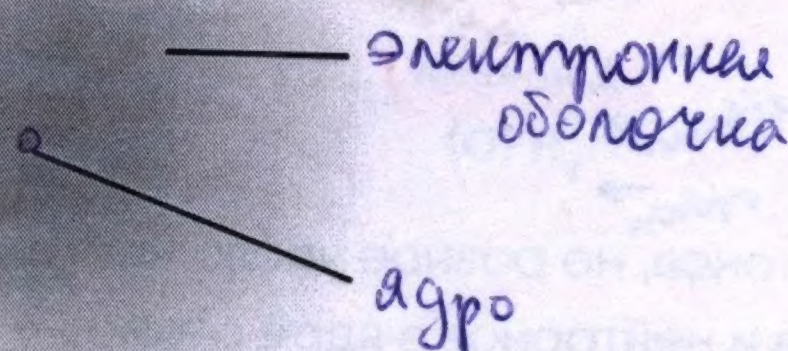
День 1

Предбанник
по
ХИМИИ

Период			
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород	
	2	3 Li 6,94 Литий	
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий
		111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций
58 Se 140 Селений	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий
90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний

				2 He 4,00 Гелий
				10 Ne 20,18 Неон
				18 Ar 39,95 Аргон
				36 Kr 83,80 Криптон
				54 Xe 131,29 Ксенон
				86 Rn [222] Радон

Строение атома



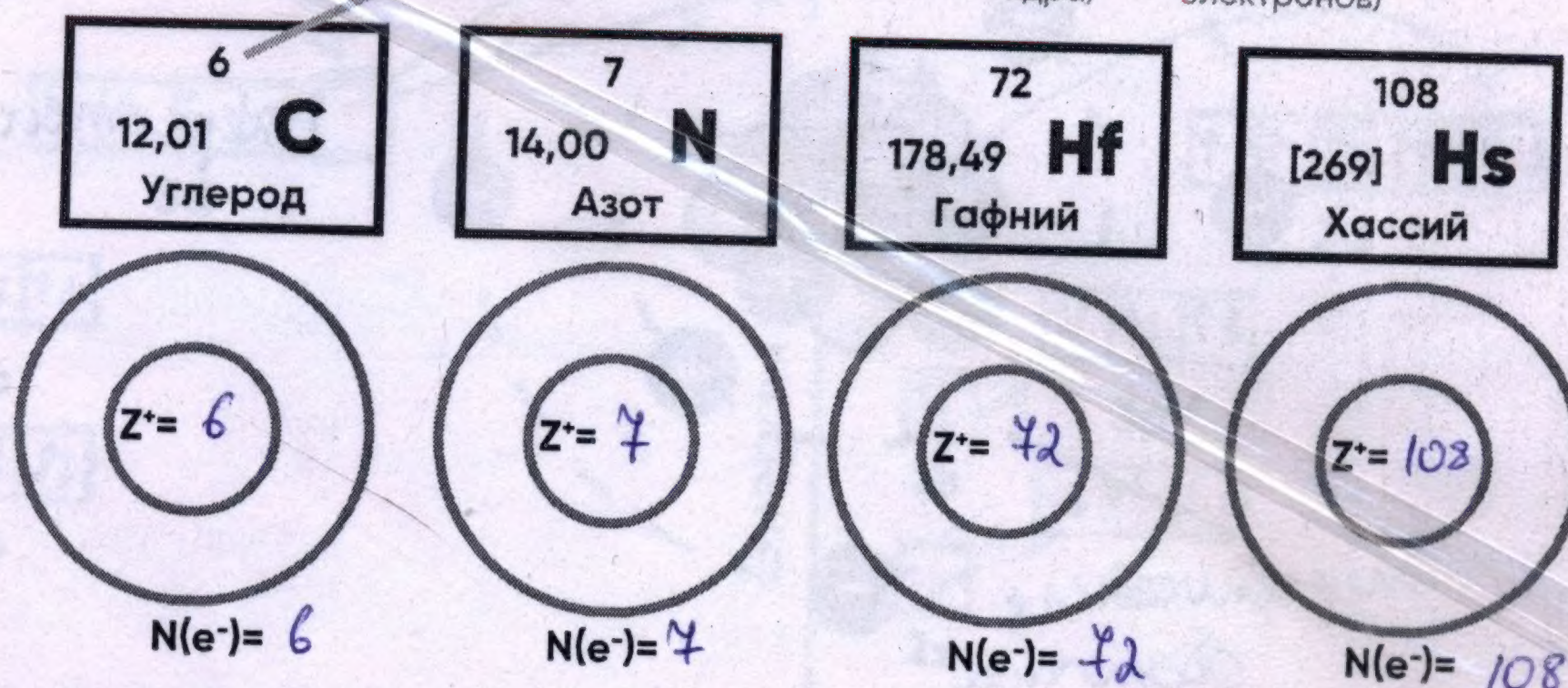
Модель Бора

Атом – электронейтральная частица

Химический элемент

Порядковый номер = $Z^+ = N(e^-)$

(заряд ядра)	(количество электронов)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100



– электронейтральная частица

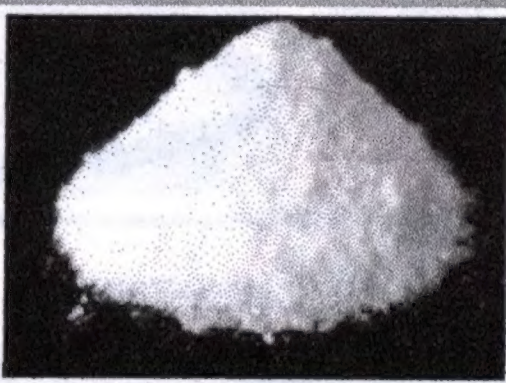
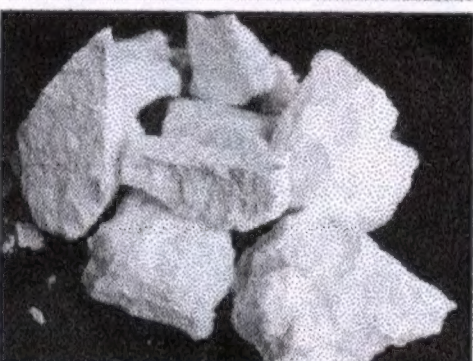
Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Berlingo

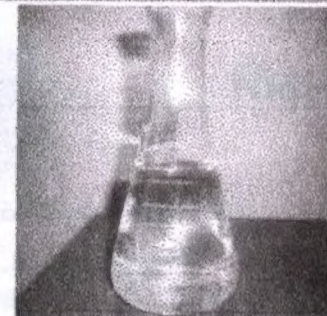
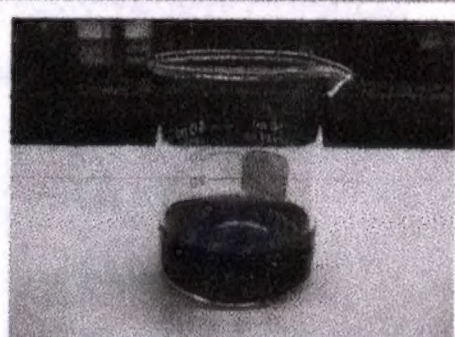
Классы неорганических веществ

Оксиды

Физические свойства основных оксидов

Na_2O (оксид натрия)	бесцветный		Cu_2O (оксид меди (I))	ярко-красный <i>бешенная морковь</i>	
CaO (негашеная известь)	белый		Ag_2O (оксид серебра)	чёрный, тёмно-коричневый	
CuO (оксид меди (II))	чёрный		FeO (оксид железа (II))	чёрный	
HgO (оксид ртути (II))	красный (оранжевый) и жёлтый	<i>ДЕНЬ 2</i> Классы неорганических в-в: Оксиды, кислоты, соли, основания. Всё про амфотерность			

Физические свойства кислотных оксидов

Оксид	Отличительный признак
Газы	
CO_2 (углекислый газ)	газ без цвета и запаха
SO_2 (сернистый газ)	бесцветный газ с резким запахом загорающейся спички
NO_2 (лисий хвост)	бурый газ с резким неприятным запахом 
Жидкости	
SO_3 (серный ангидрид)	легколетучая бесцветная жидкость с удушающим запахом 
N_2O_3 (оксид азота (III))	жидкость синего цвета, неустойчивое соединение 

Классификация химических реакций в неорганической химии.

Скорость химической реакции. Химическое равновесие.

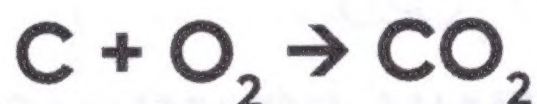
Что такое реакция?

Физические процессы

- Испарение воды
- Ковка металлов
- Плавление льда
- Растворение сахара в воде и т.д.

Химические процессы

- Сгорание топлива
- Скисание молока
- Ржавление железа
- Гниение листьев и т.д.



Признаки протекания химической реакции

- ✓ 1. Происходит изменение цвета
- ✓ 2. Выпадение/растворение осадка
- ✓ 3. Выделение газа
- ✓ 4. Выделение/поглощение тепла
- ✓ 5. Появление запаха
- ✓ 6. Выделение света

ДЕНЬ 3

Скорость реакции. Химическое равновесие.
ОВР. РЧО.
Гидролиз. Электролиз.

Классификация неорганических реакций



Химические свойства ЩМ, ЩЗМ, Мг. Химические свойства алюминия, цинка, железа, хрома, меди и водорода.

Щелочные металлы

Общие характеристики щелочных металлов

Me	Li	Na	K	Rb	Cs
Электронная конфигурация внешнего уровня	2s ¹	3s ¹	4s ¹	5s ¹	6s ¹
Степени окисления	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1
s-элементы					
радиус увеличивается					
металлические свойства увеличиваются					
ЭО уменьшается					
Формула высшего оксида - Me ₂ O	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O
Формула водородного соединения (гидрид) - MeH	LiH	NaH	KH	RbH	CsH

Физические свойства щелочных металлов

Натрий и калий хранят под слоем углеводородного растворителя, чаще всего керосина, а литий под слоем вазелина, для предотвращения реакции с кислородом и водяным паром.

Щелочные металлы мягкие, легко режутся ножом, имеют низкие температуры плавления.

Li	 Литий Li ⁺ Коричнево-красный (малиновый)	$T_{пл.} = 180,54\text{ }^{\circ}\text{C}$
Na	 Натрий Na ⁺ Жёлтый	$T_{пл.} = 97,72\text{ }^{\circ}\text{C}$
K	 Калий K ⁺ Фиолетовый	$T_{пл.} = 63,38\text{ }^{\circ}\text{C}$
Rb	 Рубидий Rb ⁺ Розово-фиолетовый	$T_{пл.} = 39,31\text{ }^{\circ}\text{C}$
Cs	 Цезий Cs ⁺ От фиолетового до голубого	$T_{пл.} = 28,44\text{ }^{\circ}\text{C}$

Получение щелочных металлов

Литий, натрий

Электролиз расплавов хлоридов
 $2NaCl \rightarrow 2Na + Cl_2$

Калий

Вытеснение натрия из паров хлорида калия
 $Na + KCl \rightarrow K + NaCl$

Химические свойства щелочных металлов

1. Взаимодействие с кислородом: $4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$
2. Взаимодействие с неметаллами: $2Na + S \rightarrow Na_2S$
3. Взаимодействие с водой: $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$
4. Взаимодействие с кислотами: $6Na + 2H_3PO_4 \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2$
5. Взаимодействие с солями в расплаве: $3Na + AlCl_3 \rightarrow 3NaCl + Al$

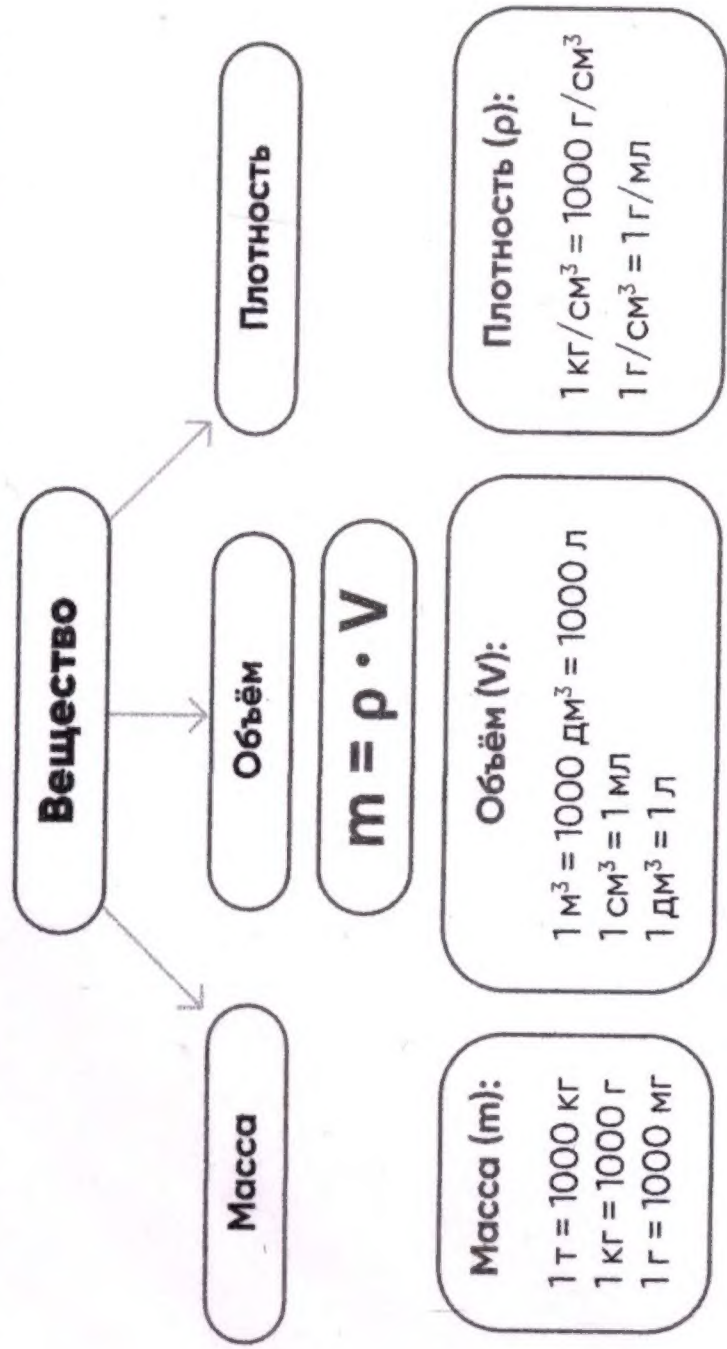
Обобщение химических свойств щелочных металлов

Химическое свойство	Пример реакции
Взаимодействие с кислородом	сгорание на воздухе $4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$ $2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$ пероксид $K(Rb, Cs) + O_2 \rightarrow KO_2(RbO_2, CsO_2)$ супероксид (надпероксид)
Взаимодействие с неметаллами	с серой (при нагревании) $2Na + S \rightarrow Na_2S$ с галогенами $2Li + Br_2 \rightarrow 2LiBr$ с фосфором (при нагревании) $3Na + P \rightarrow Na_3P$ с водородом (при нагревании) $2Li + H_2 \rightarrow 2LiH$ с азотом (литий без нагревания) $6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$
Взаимодействие с водой	образуются щелочи $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$
Взаимодействие с кислотами	$6Na + 2H_3PO_4 \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2$ $8Na + 5H_2SO_4 \text{ конц.} \rightarrow 4Na_2SO_4 + H_2S \uparrow + 4H_2O$
Взаимодействие с солями в расплаве	$3Na + AlCl_3 \rightarrow 3NaCl + Al$

ДЕНЬ 4
Химические св-ва элементов.
Качественные р-ции в неорганике.

Базовые расчёты в химии: количество вещества, масса, молярная масса, объём, расчёты по химической реакции. Выход реакции и примеси. Расчётные задачи.

Количественные характеристики вещества

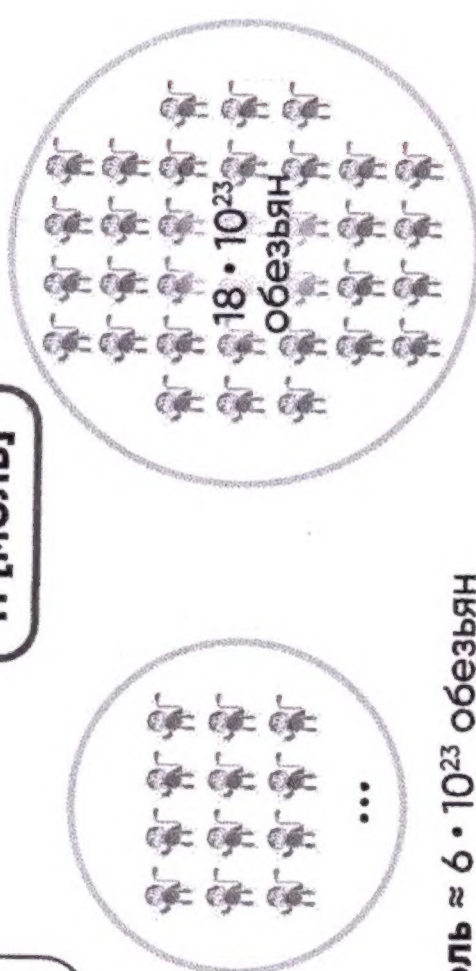


Количество вещества

n – количество вещества

Число Авогадро
(постоянная Авогадро)
 $N_A \sim 6,022 \cdot 10^{23}$

n [моль]



$$n = \frac{N}{N_A}$$

$n - ?$

Задание 1

Вычислите количество вещества (моль) атомов азота и атомов кислорода, содержащихся в образце оксида азота (IV), состоящем из $18 \cdot 10^{23}$ молекул оксида азота (IV). Число Авогадро считать приближенно равным $6 \cdot 10^{23}$.



$n(\text{NO}_2) = 10$
 $n(\text{рук}) = 10$
 $n(\text{голов}) = 5$
 $n(\text{людей}) = 5$

$n(\text{N}) = 4$
 $n(\text{O}) = 8$
 $n(\text{NO}_2) = 4$

$$2(\text{O}) = 4 \cdot 2 = 8$$

$$2(\text{NO}_2) = \frac{18 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 3 \text{ молекул}$$

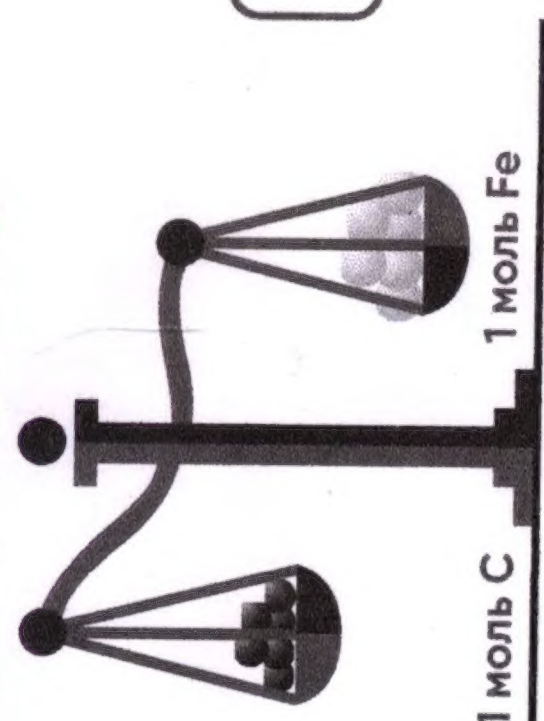
$$2(\text{O}) = 3 \cdot 2 = 6 \text{ молекул}$$

Базовые расчёты в химии:
Заг: 26, 27, 28, 33

День 5

Ответ: 3 моль атомов азота; 6 моль атомов кислорода.

Молярная масса

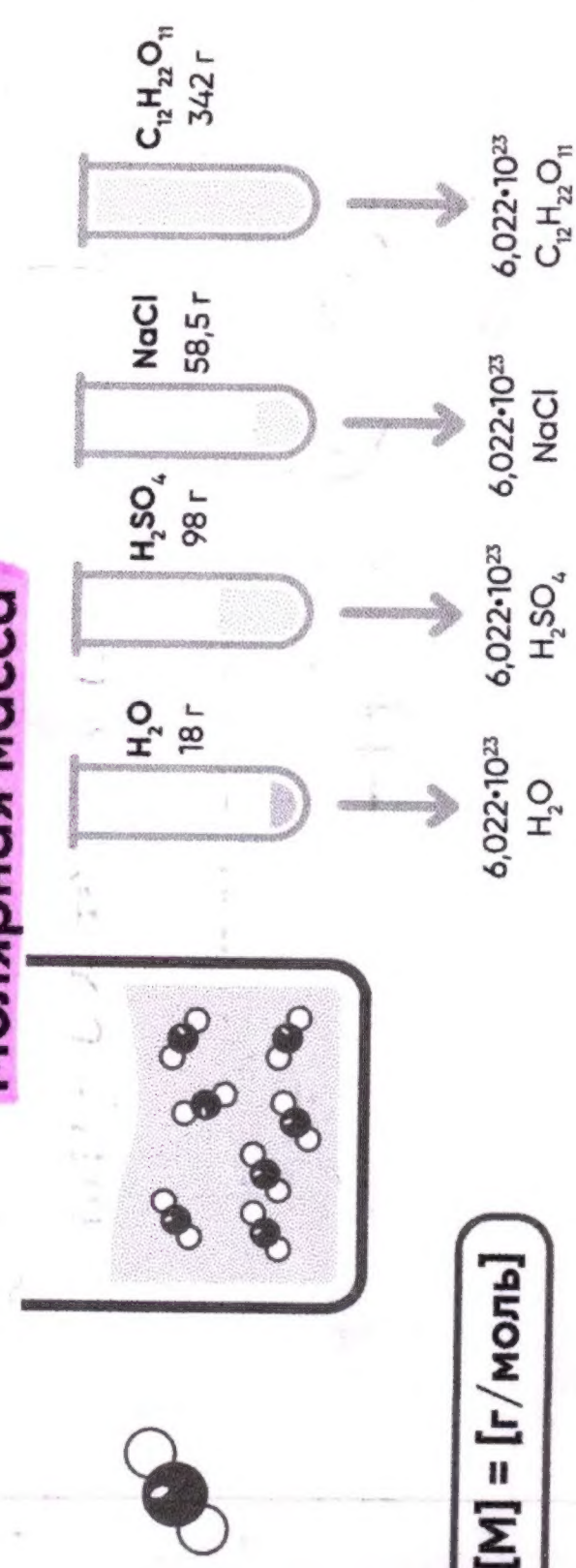


Для атомов $A_r \equiv M$
 Для молекул $M_r \equiv M$

$6,022 \cdot 10^{23}$ атомов C
 $M(\text{C}) = 12 \text{ г/моль}$

$6,022 \cdot 10^{23}$ атомов Fe
 $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$

Молярная масса



$$[M] = [\text{г/моль}]$$

Связь количества вещества, массы и молярной массы

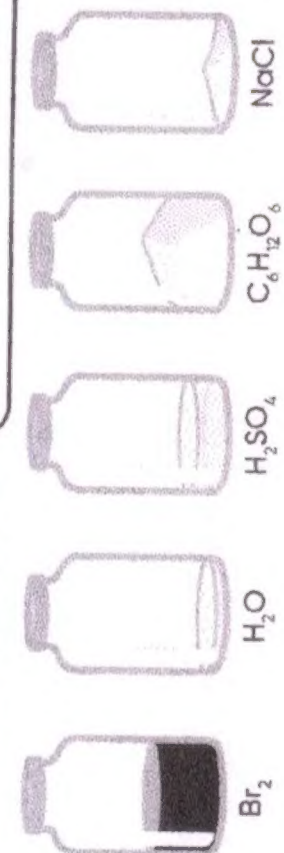


1 моль молекул H_2O
 $M = 18 \text{ г/моль}$

Молярный объём

Важно!

Молярный объём – объём 1 моль вещества. 1 моль любого газа при н.у. занимает объём 22,4 л



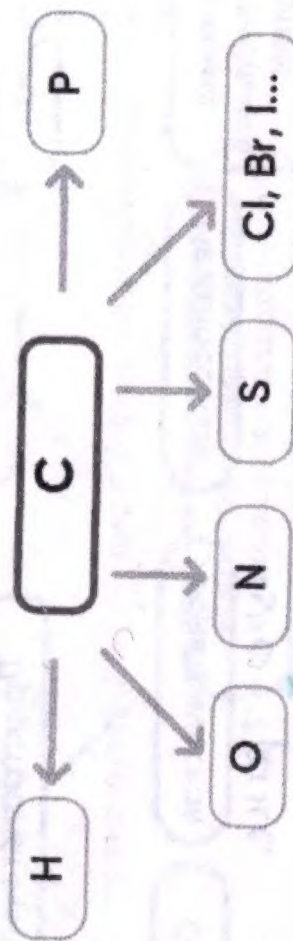
Основы органической химии.

Классификация органических веществ и реакций.

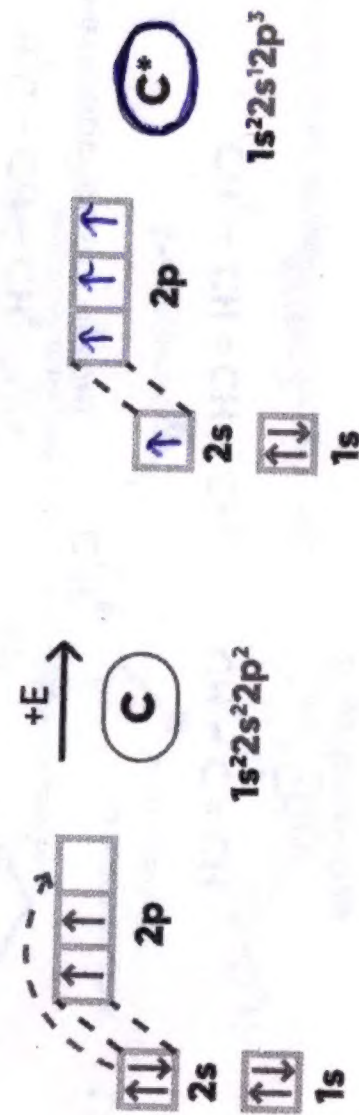
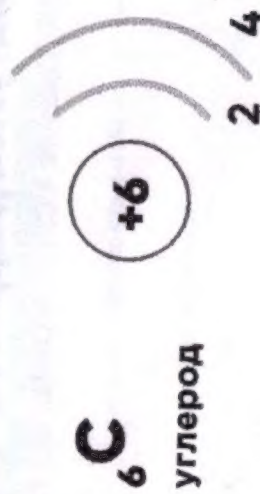
Основы органической химии

Что такое органическая химия?

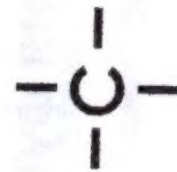
Органическая химия — это раздел химической науки, в котором изучаются соединения углерода.



Электронное строение атома С

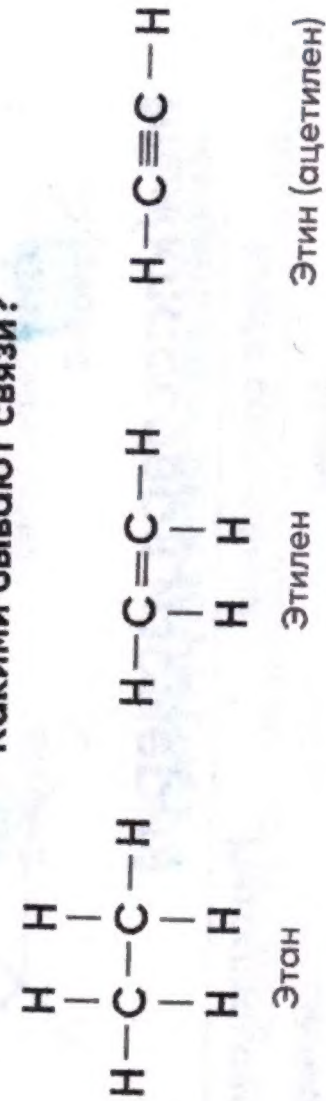


какие все в органике водороды



Углерод в органических соединениях ЧЕТЫРЁХВАЛЕНТНЫЙ!

Какими бывают связи?



σ - связь π - связь

менее прочное, чем σ-связь

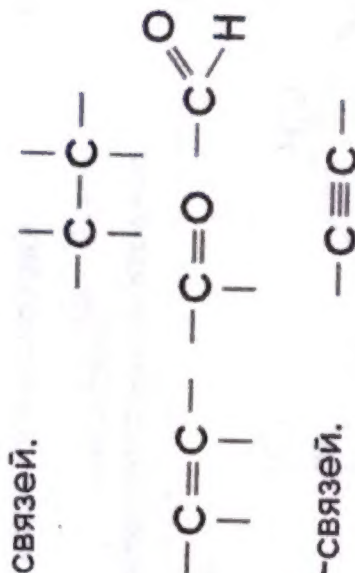
Какие бывают связи?

Кратные связи являются сочетанием σ- и π-связей.

Одинарная связь — только σ-связь.

Двойная связь — сочетание одной σ и одной π-связи.

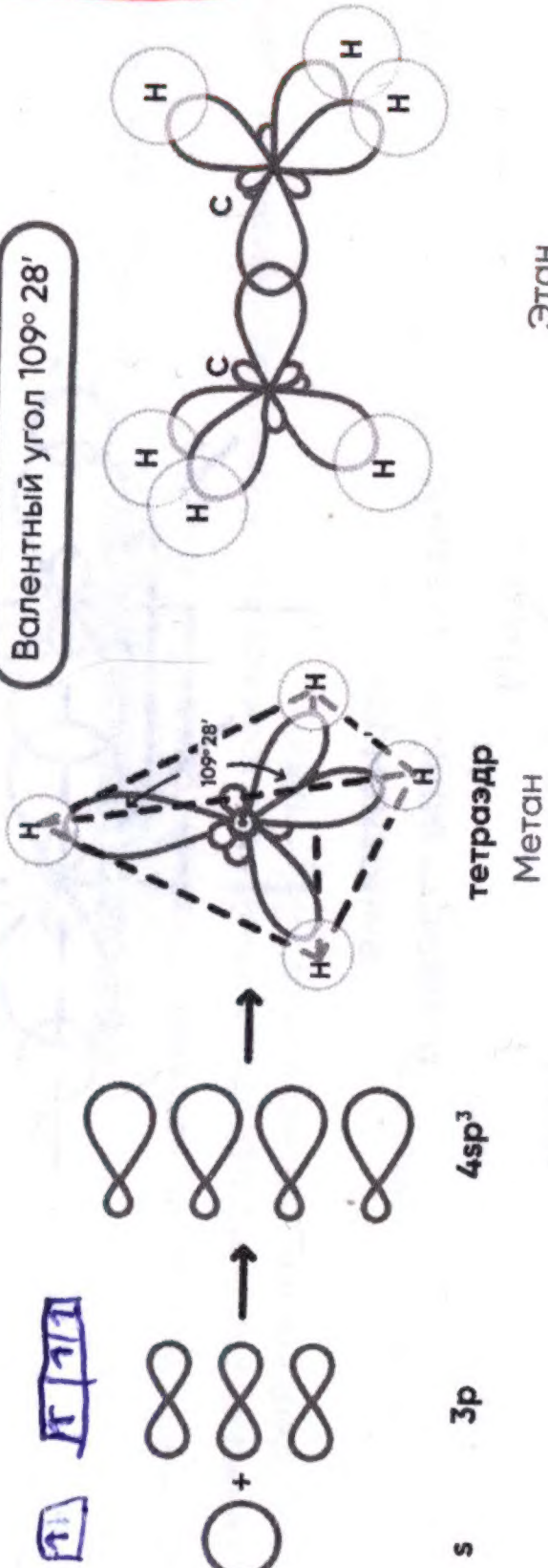
Тройная связь — сочетание одной σ и двух π-связей.



Гибридизация

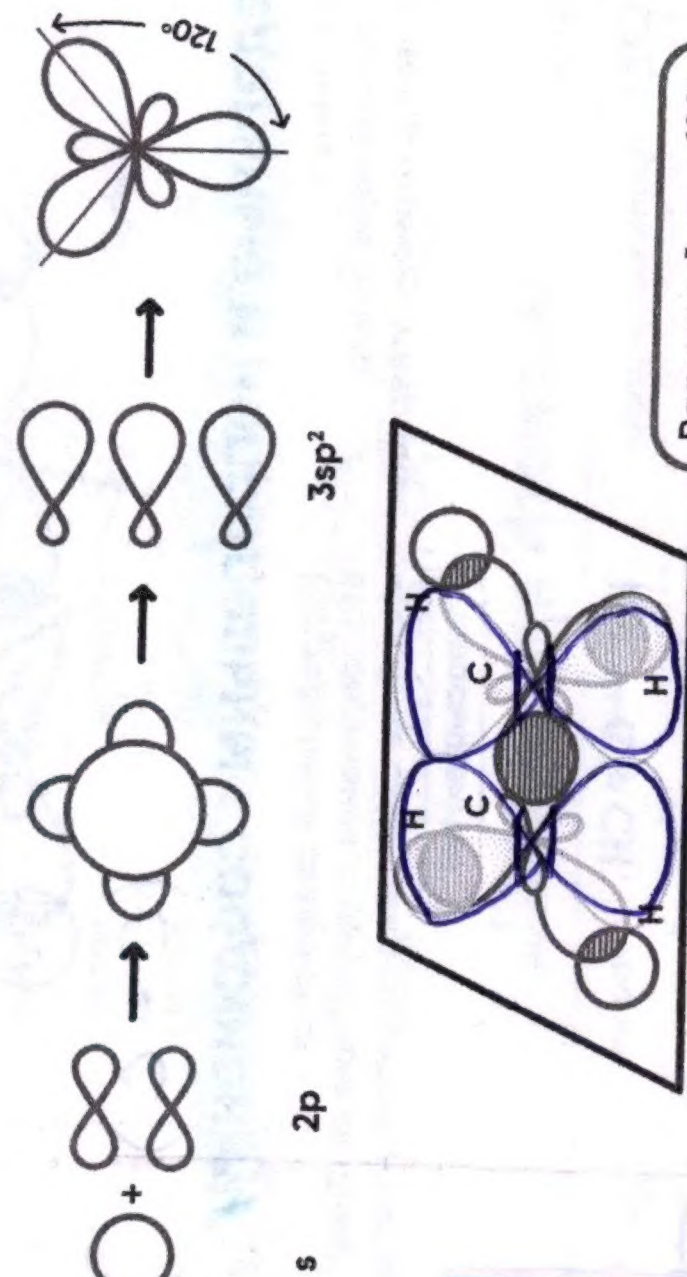
Гибридизация — это способ (математический прием), с помощью которого можно объяснить пространственное строение молекул.

sp³-гибридизация



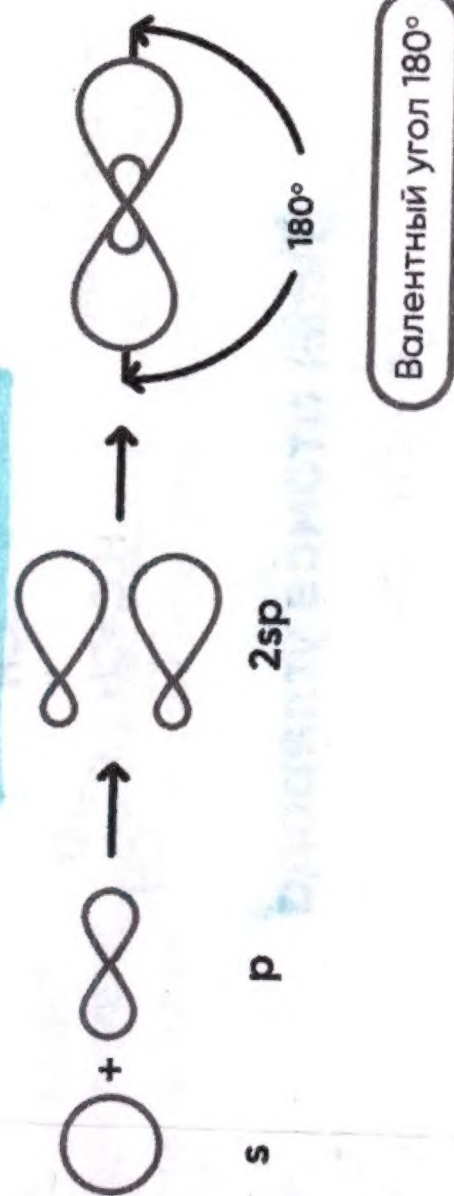
Если у углерода только одинарные связи, то атомы углерода — в sp³-гибридизации

sp²-гибридизация



Валентный угол 120°

sp-гибридизация



Валентный угол 180°

ДЕНЬ 6

Основы органики. Классификация органики. УВ: алканы, алкены, циклоалканы, алкадиены, алкины, арены, 34 задания

Кислородсодержащие органические вещества. Спирты.

Кислородсодержащие вещества

- Спирты
- Фенолы
- Простые эфиры
- Альдегиды
- Кетоны
- Карбоновые кислоты
- Сложные эфиры
- Углеводы
- ...

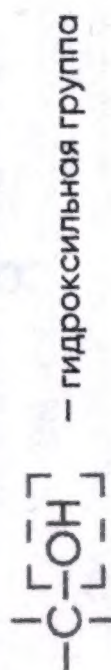
Гидроксисоединения — это органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько гидроксильных (-OH) групп.

Гидроксисоединения

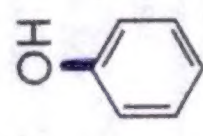
Спирты

Фенолы

Спирты — это производные углеводородов, в которых один или несколько атомов H заменены на гидроксогруппы (OH-группы).



— гидроксильная группа



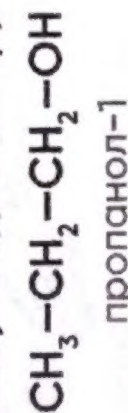
— не является спиртом!

фенол

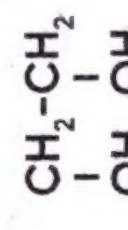
Классификация спиртов

1. По числу OH-групп

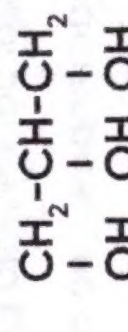
- одноатомные (в молекуле одна OH-группа)
- двухатомные = гликоли (в молекуле две OH-группы)
- трёхатомные = глицеролы (в молекуле три OH-группы)



пропанол-1



этандиол-1,2
(этиленгликоль)

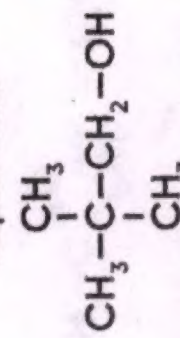


пропантриол-1,2,3
(глицерин)

2. По типу углерода, связанного с OH-группой

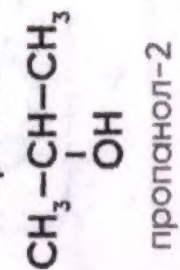
Одноатомные спирты

- первичные



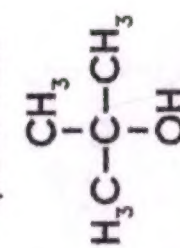
2,2-диметилпропанол-1

- вторичные



пропанол-2

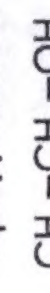
- третичные



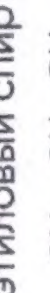
2-метилпропанол-2

3. По типу радикала (R в R-OH)

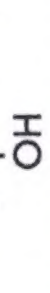
- предельные



этиловый спирт



изопропиловый спирт



циклогексанол



циклопентанол



пропаргиловый спирт



ароматические



бензиловый спирт



непредельные



виниловый спирт



аллиловый спирт



простые эфиры



диметилэфир



метилэтиловый эфир



ацетон



диметилфосфат



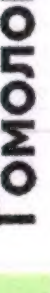
триметилфосфат



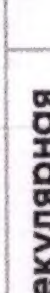
тетраметилфосфат



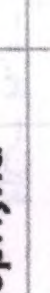
пентаметилфосфат



гексаметилфосфат



гептаметилфосфат



октаметилфосфат



нонаметилфосфат



декаметилфосфат



ундекаметилфосфат



додecamетилфосфат



тридекаметилфосфат



тетрадекаметилфосфат



пентадекаметилфосфат



гексадекаметилфосфат



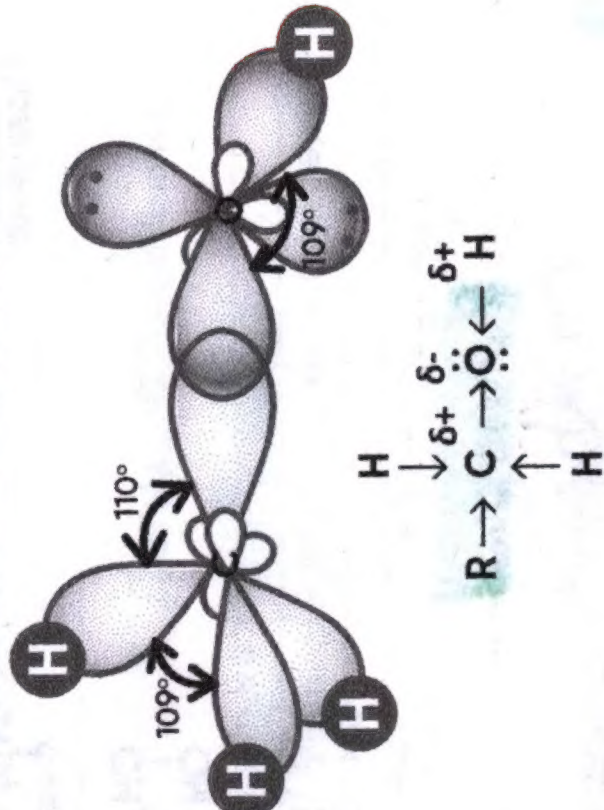
гептадекаметилфосфат

Кислородсодержащие органические в-ва

ДЕНЬ 7

Электронное и пространственное строение

Атомы C в sp³-гибридизации



$$\text{EO (O)} > \text{EO (C)}$$

sp³

Гомологический ряд одноатомных спиртов

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
CH ₃ OH	метанол	CH ₃ -OH
C ₂ H ₅ OH	этанол	CH ₃ -CH ₂ -OH
C ₃ H ₇ OH	пропанол-1	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH
C ₄ H ₉ OH	бутанол-1	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH
C ₅ H ₁₁ OH	пентанол-1	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH
C ₆ H ₁₃ OH	гексанол-1	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH

ДЕНЬ 1

Строение атома. Степень окисления,
валентность. Электроотрицательность.

Классификация неорганики.

12
Mg 24,31

13
26,98 **Al**

14
28,09 **Si**

15
30,97 **P**

16
32,06 **S**

17
Cl

Строение атома, электронная конфигурация атома

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева														
		Группы												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				2	
П е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)					2 He 4,00 Гелий	
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор					10 Ne 20,18 Неон	
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор					18 Ar 39,95 Аргон	
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель			
		29 Cu 63,55 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,92 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром					36 Kr 83,80 Криптон	
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий			
		47 Ag 107,87 Серебро	48 Cd 112,41 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,69 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,90 Иод					54 Xe 131,29 Ксенон	
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина			
		79 Au 196,97 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,2 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат					86 Rn [222] Радон	
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий			
111 Rg [280] Рентгений		112 Cn [285] Коперниций	113 Nh [286] Нихоний	114 Fl [289] Флеровий	115 Mc [290] Московский	116 Lv [293] Ливерморий	117 Ts [294] Теннессин					118 Og [294] Оганесон		

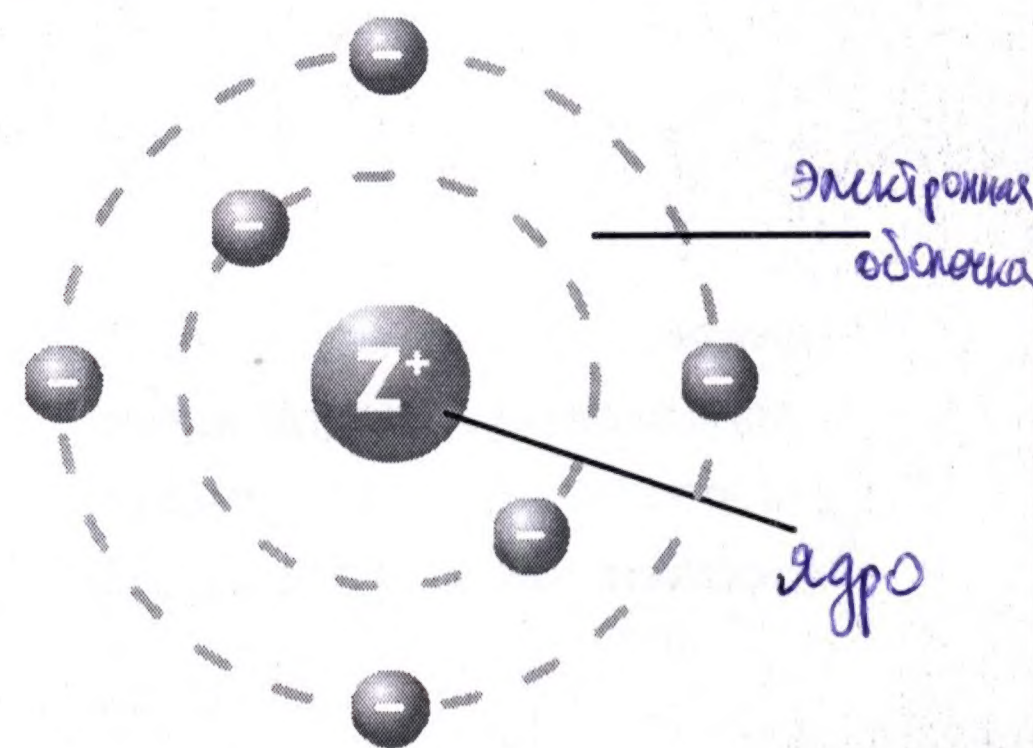
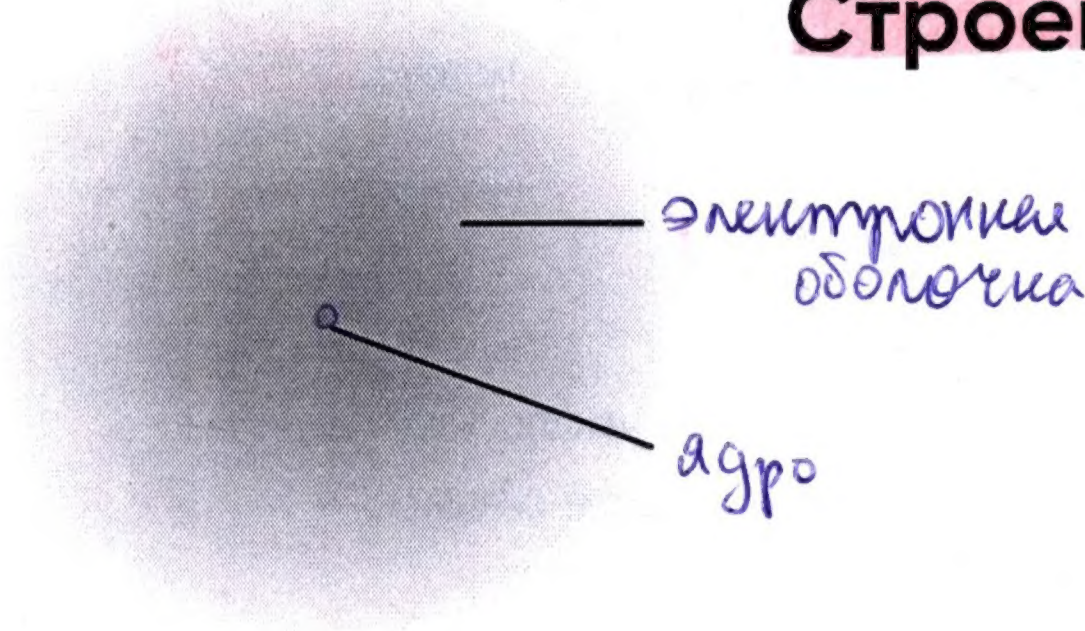
*Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

**Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Строение атома



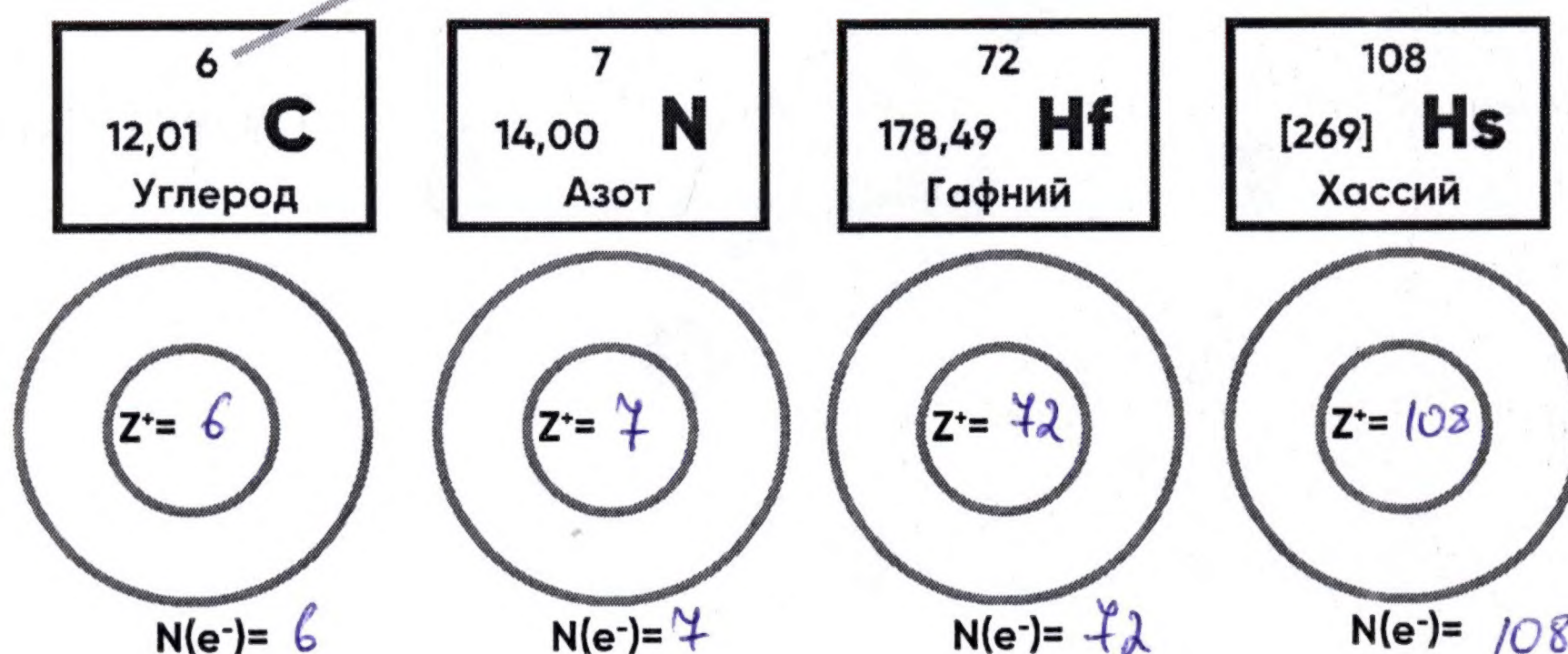
Модель Бора

Атом – электронейтральная частица

Химический элемент

Порядковый номер = $Z^+ = N(e^-)$

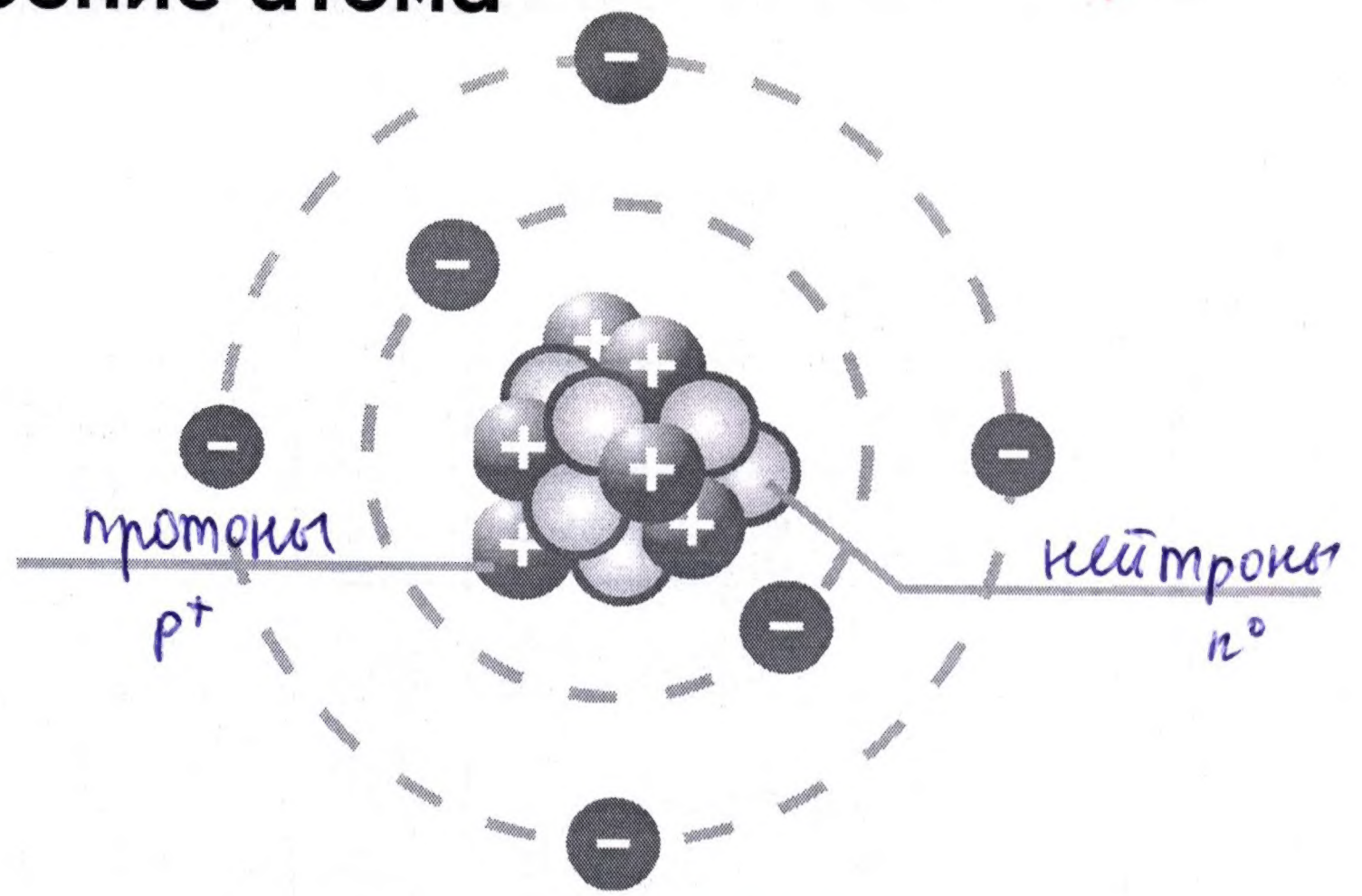
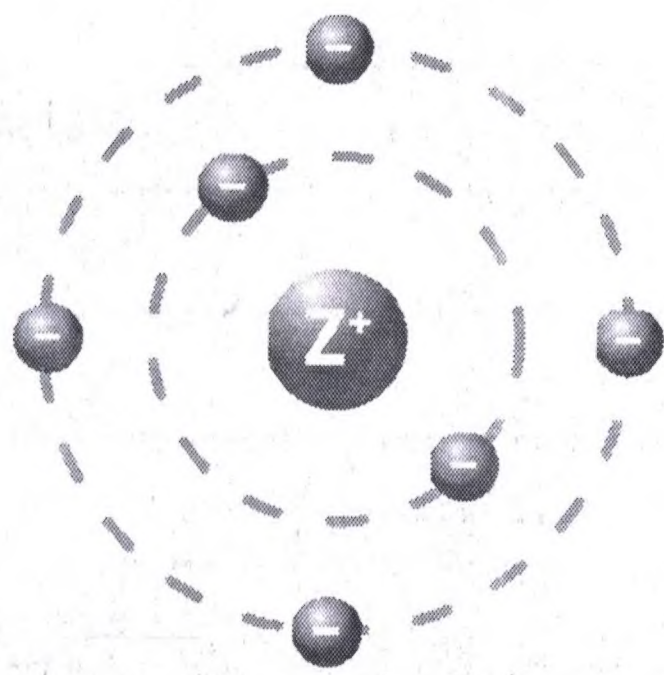
(заряд ядра) (количество электронов)



Атом – электронейтральная частица

Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

Строение атома



$$Z^+ (\text{заряд ядра}) = N(p^+) = N(e^-)$$

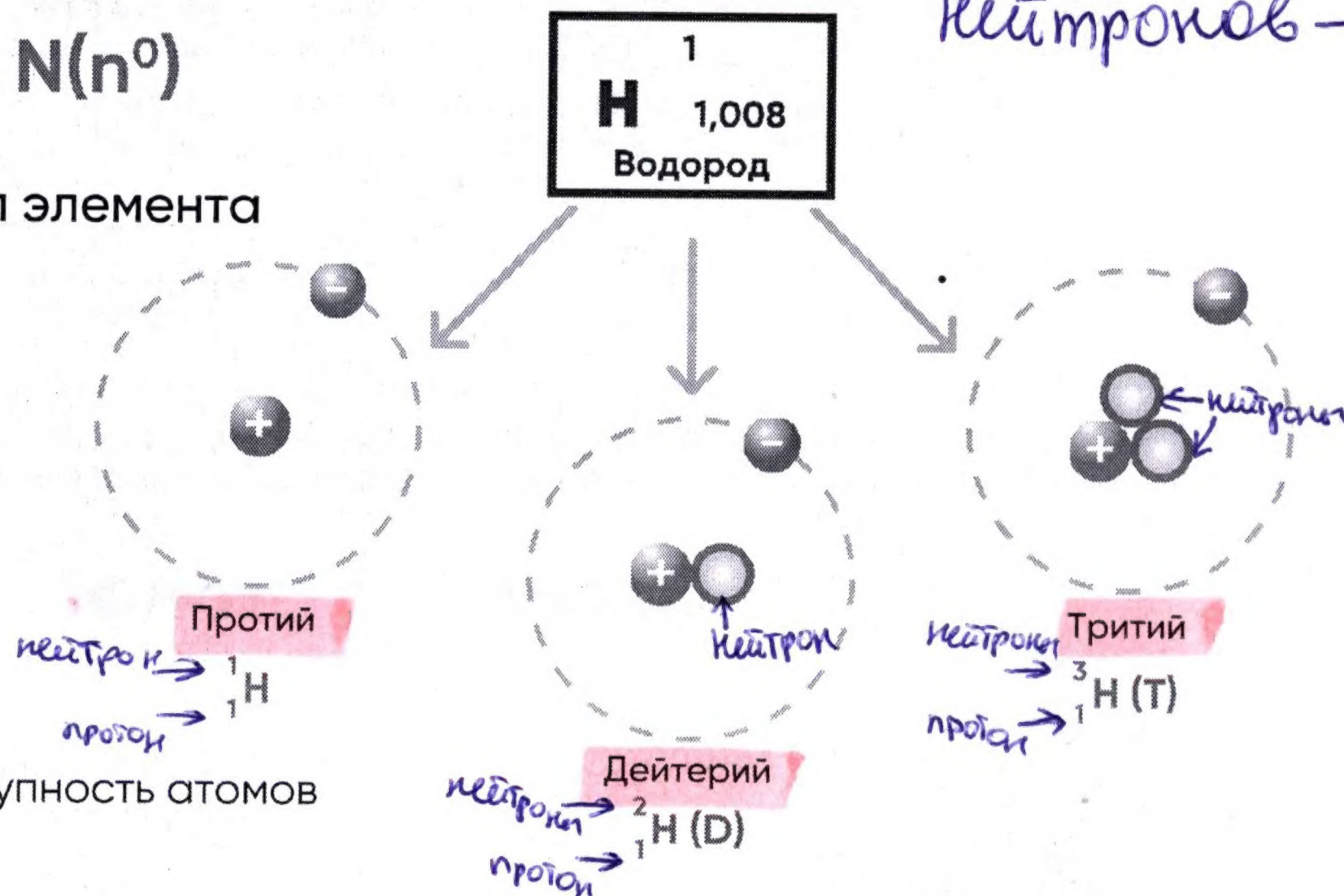
	Заряд частицы	m(а.е.м.)	m(кг)
Протон (p ⁺)	+1	≈1	≈1,67·10 ⁻²⁷
Нейтрон (n ⁰)	0	≈1	≈1,67·10 ⁻²⁷
Электрон (e ⁻)	-1	≈1/1840	≈9,11·10 ⁻³¹

Меняем кол-во
нейтронов → **ИЗОТОПЫ**

ИЗОТОПЫ $A = N(p^+) + N(n^0)$

массовое число — A
число протонов — Z X — символ элемента

17 Cl 35,5

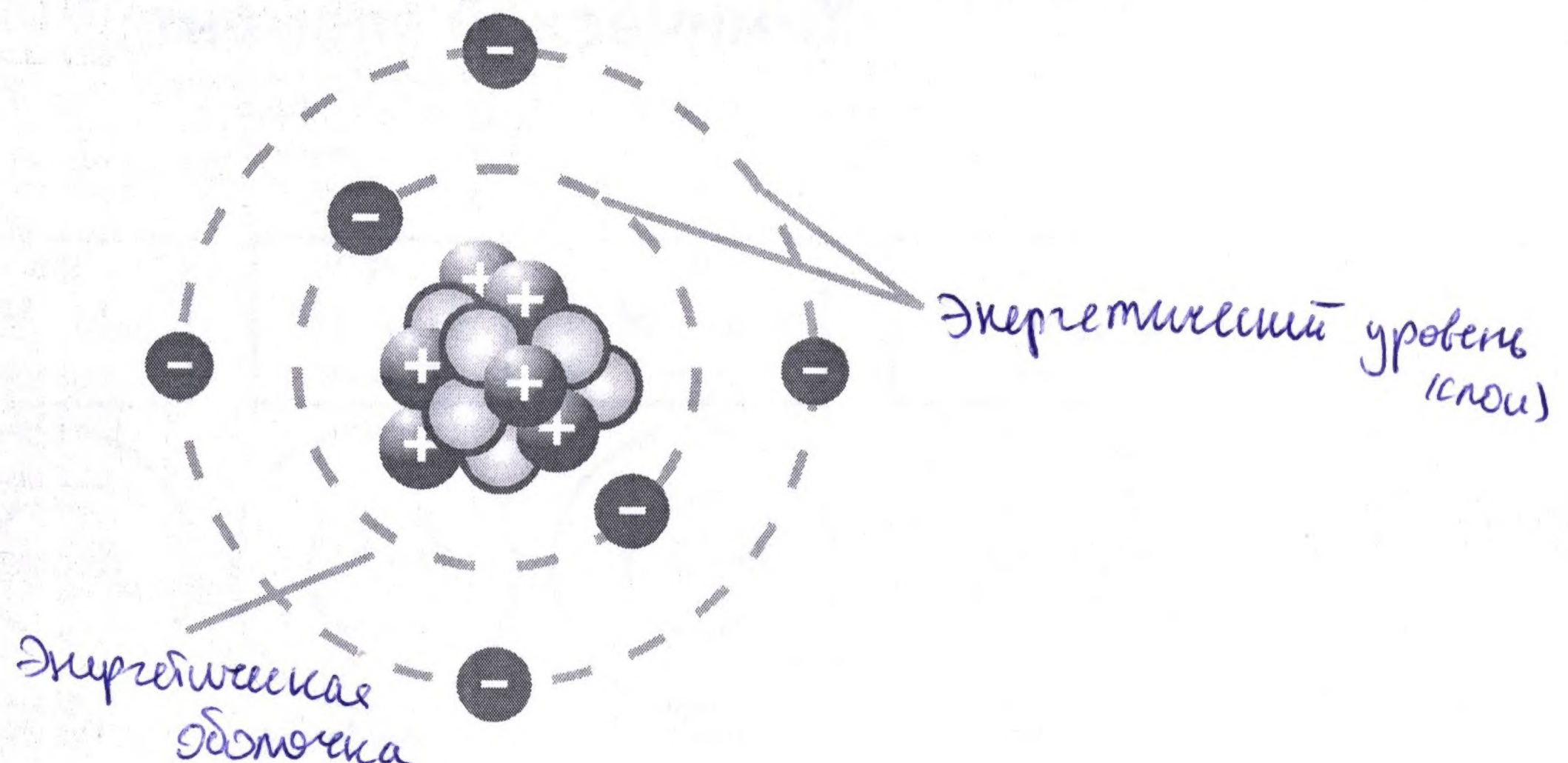


Химический элемент — это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра.

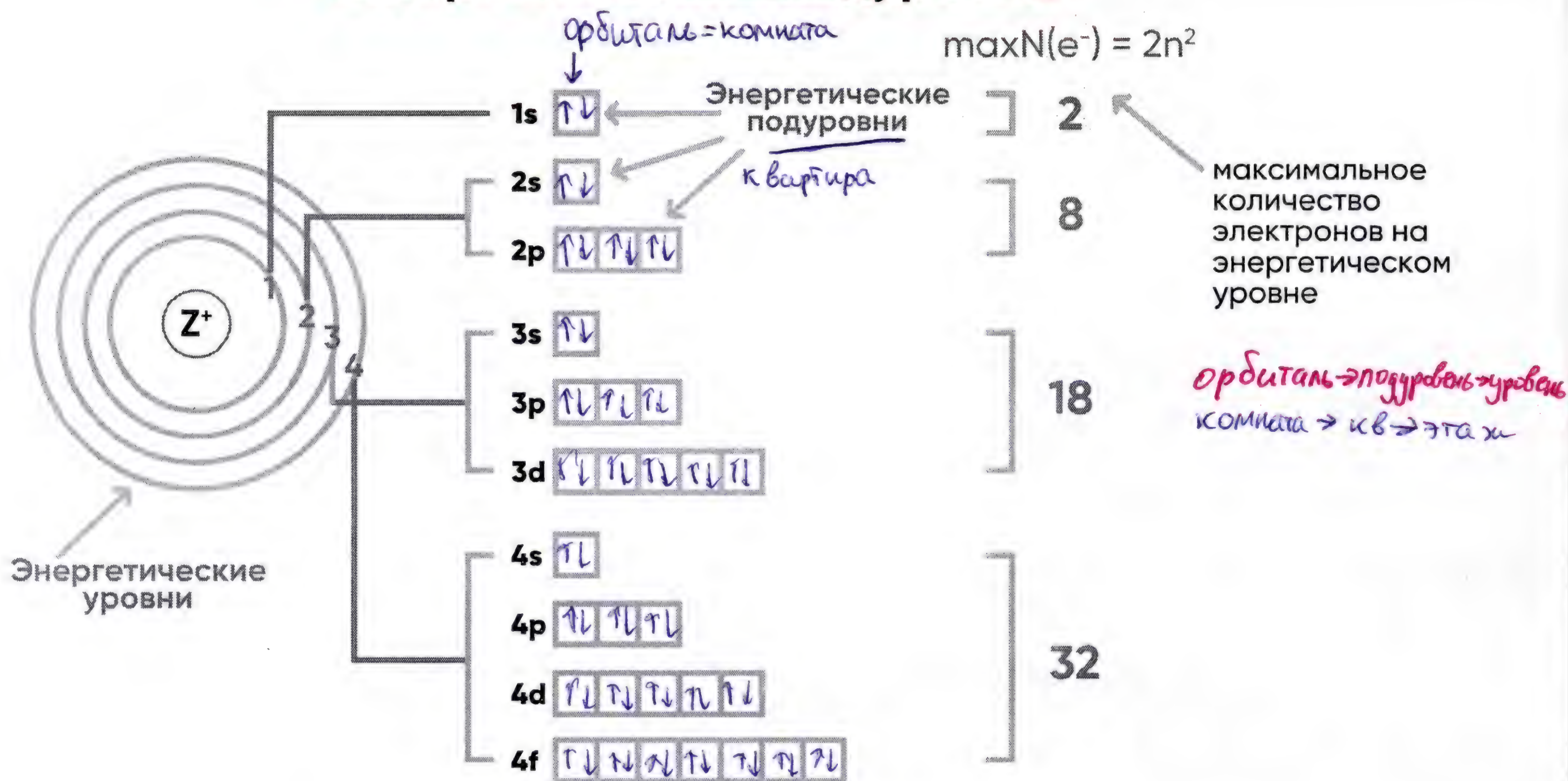
Изотопы — это атомы, имеющие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

Массовое число — это суммарное количество протонов и нейтронов в ядре атома.

Строение электронной оболочки

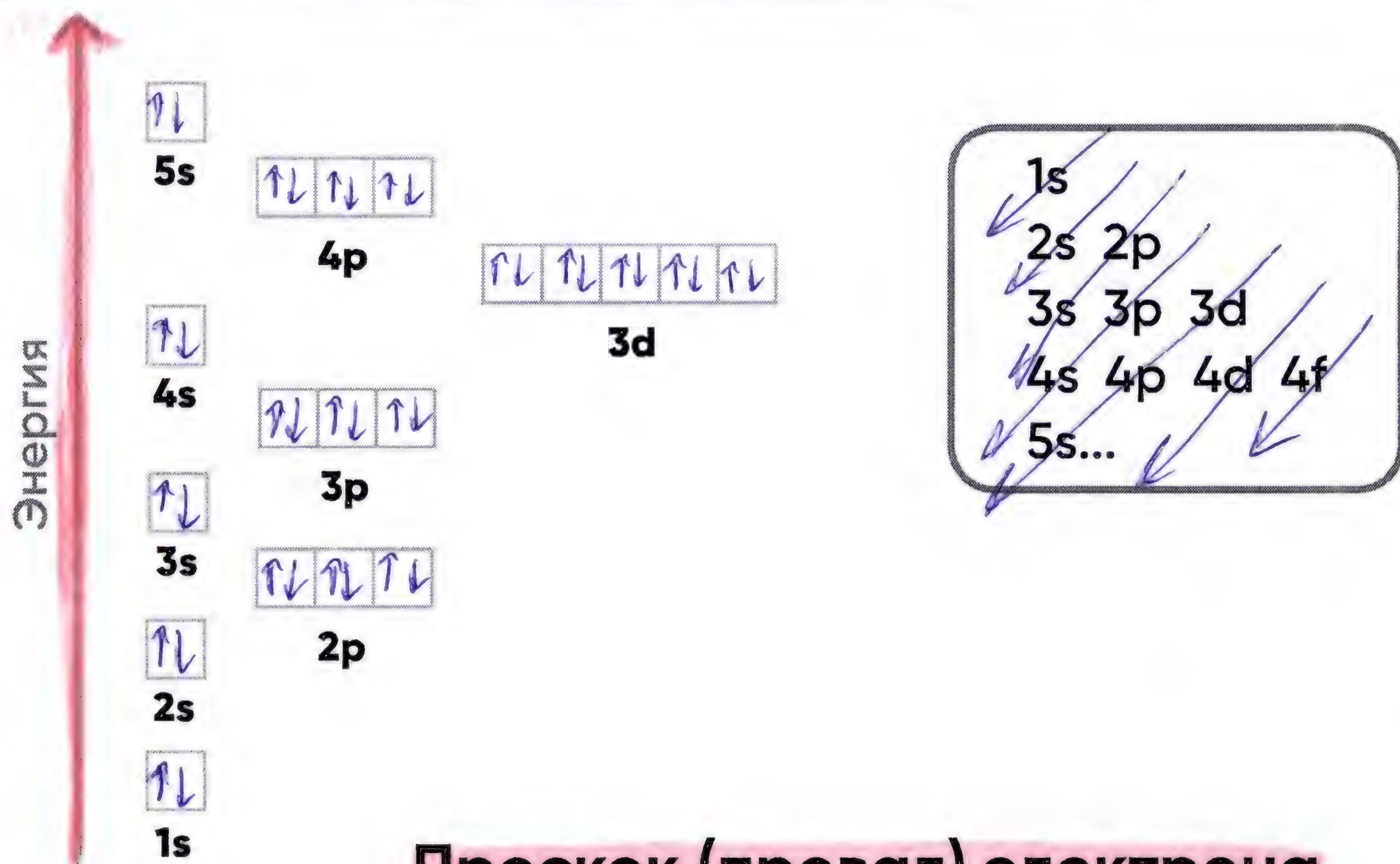


Энергетические подуровни

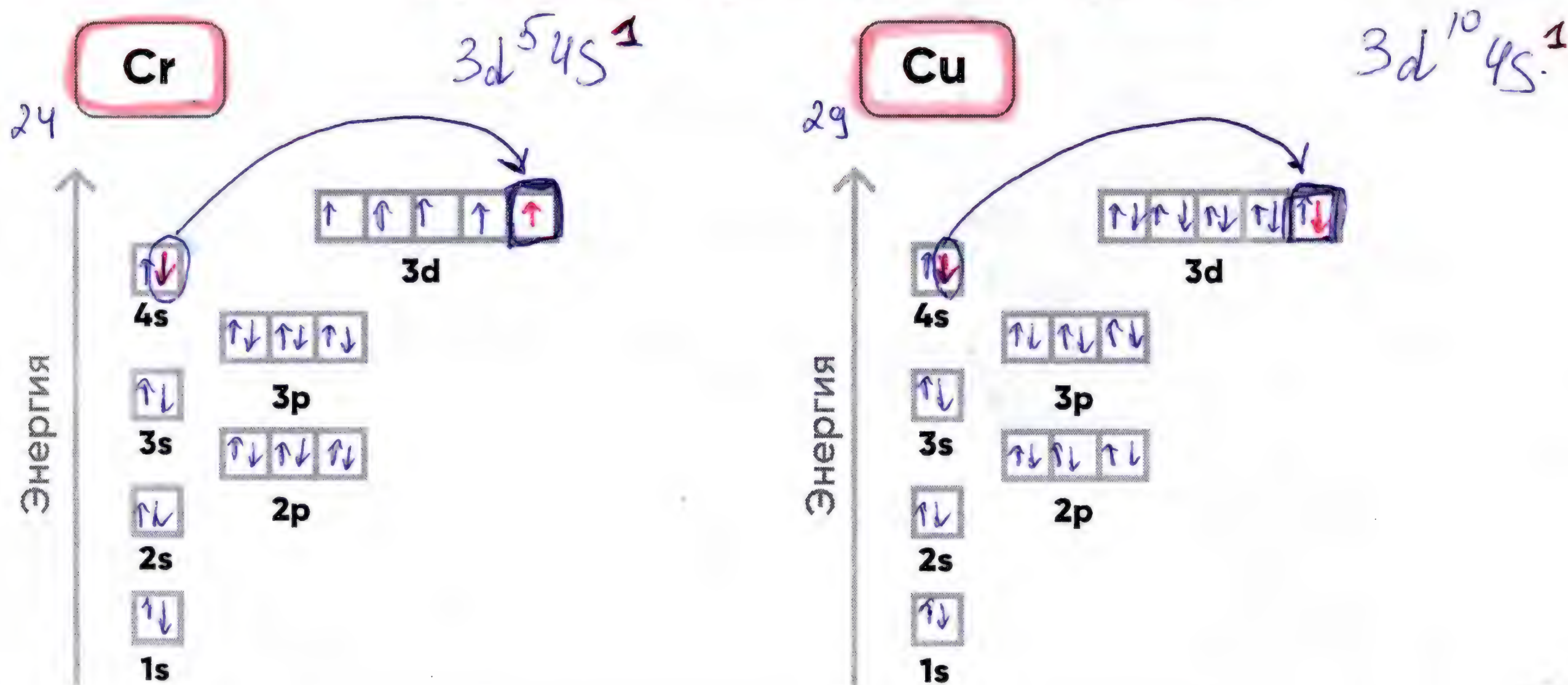


Порядок заполнения орбиталей

$1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p \rightarrow 3s \rightarrow 3p \rightarrow 4s \rightarrow 3d \rightarrow 4p \rightarrow 5s$



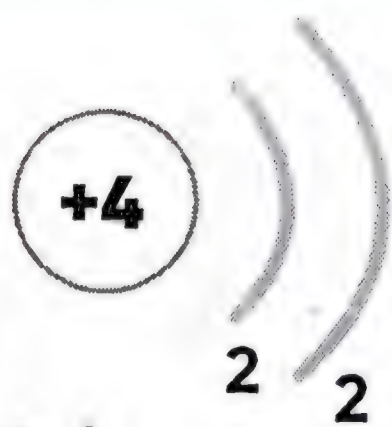
Проскок (провал) электрона



Заполненный (завершённый) внешний энергетический уровень

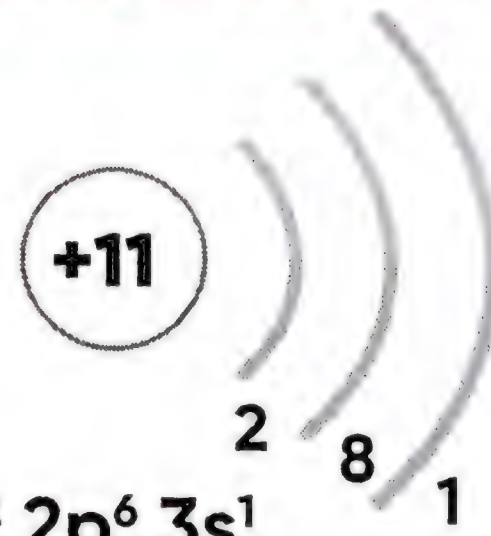
Be
бериллий

$1s^2 2s^2$



Na
натрий

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

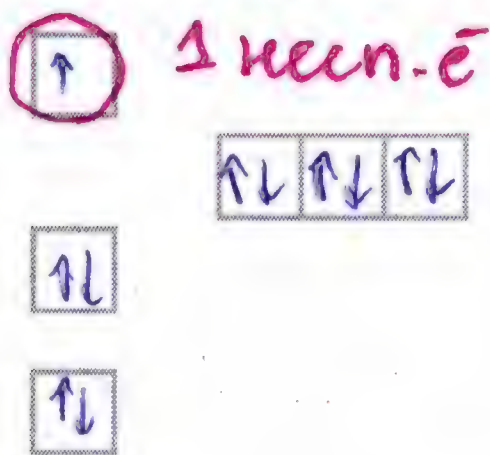


Атому Na не хватает $7e^-$ до завершения внешнего уровня

Спаренные и неспаренные электроны

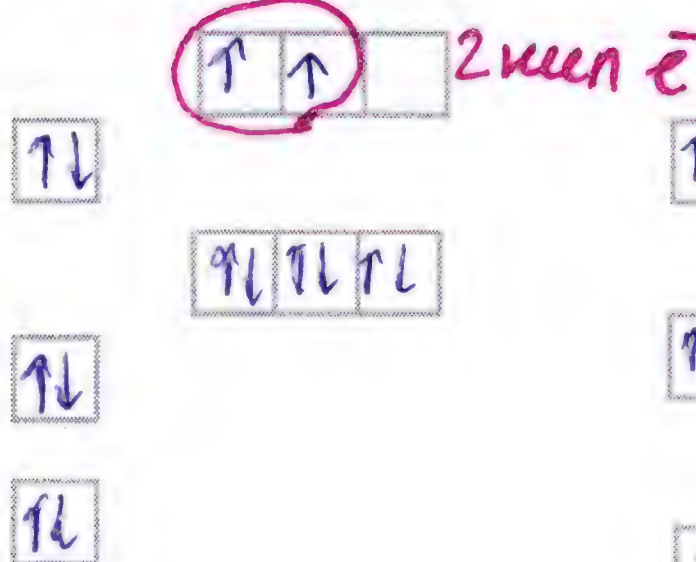
11
Na 22,99
Натрий

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



14
Si 28,09
Кремний

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$



23
V 50,94
Ванадий

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$



1 0 1 2 3 2 1 0

кол-во несп. e^-
у главных элементов

s-элементы

p-элементы

d-элементы

f-элементы

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева																		
		Группы																
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII									
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород							(H)									2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор									10 Ne 20,18 Неон	
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор									18 Ar 39,95 Аргон	
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель							
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром						36 Kr 83,80 Криптон				
	5	37 85,47 Rb Рубидий	38 87,62 Sr Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технаций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий							
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод						54 Xe 131,29 Ксенон				
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 138,91 La Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осний	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина							
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат						86 Rn [222] Радон				
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сибгрий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий							
111 [280] Rg Рентгений		112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннессин						118 Og [294] Оганесон					

*Лантаноиды

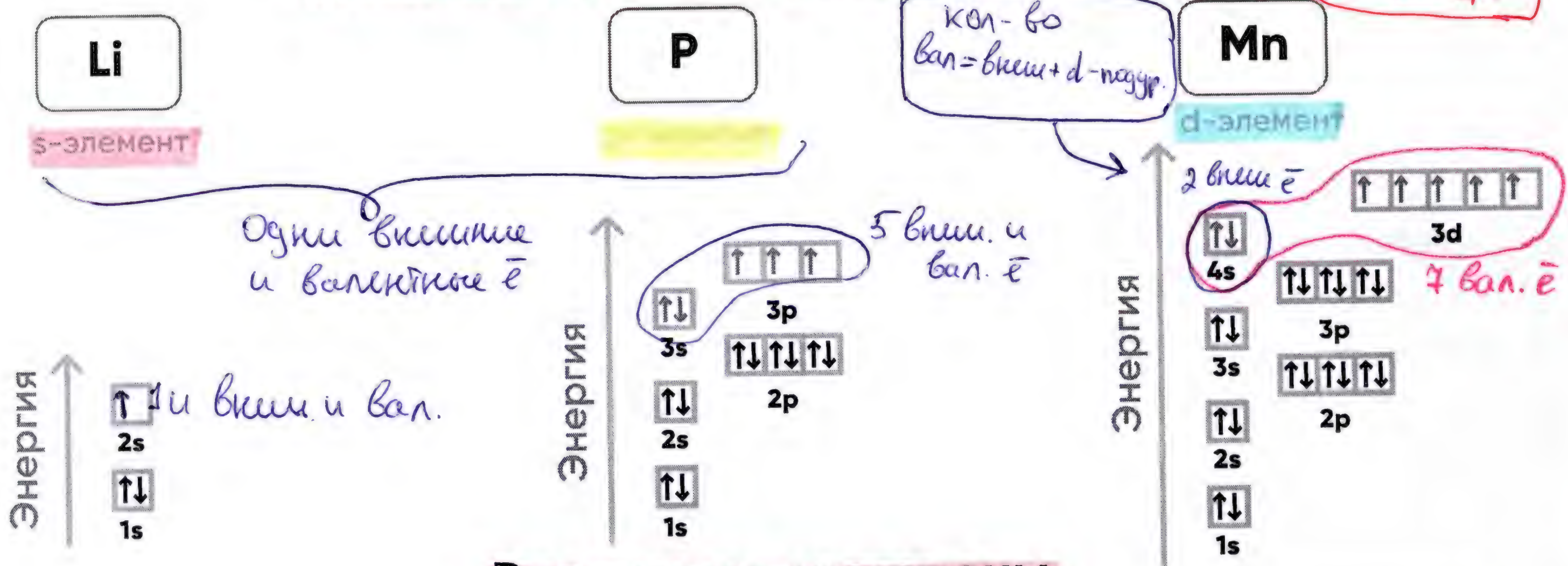
58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Протактиний	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
-----------------------	-----------------------------	------------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	-------------------------

**Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
-----------------------	-----------------------------	---------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------------------	---------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------	----------------------------	------------------------------

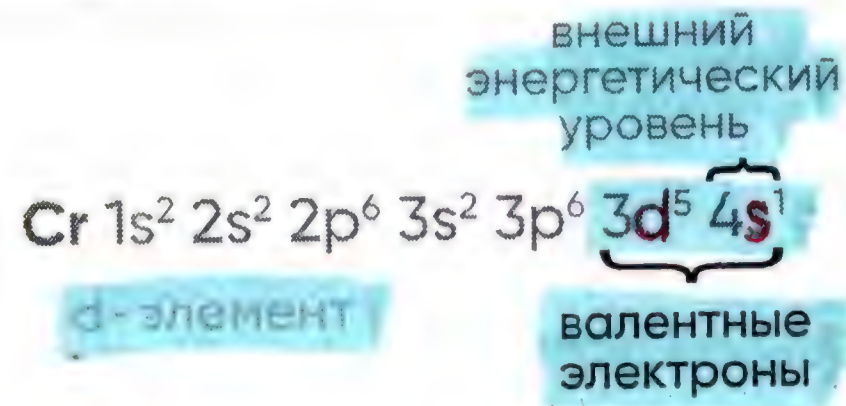
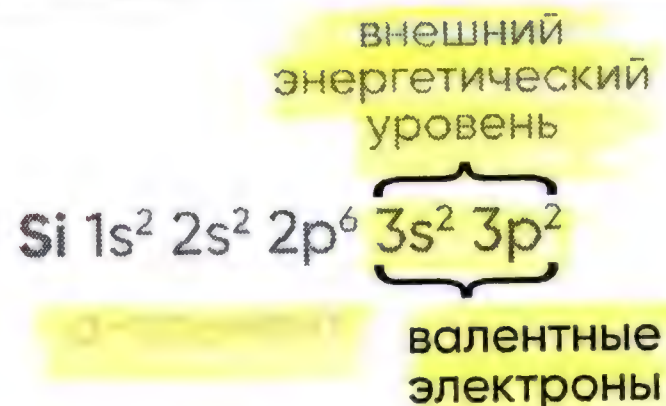
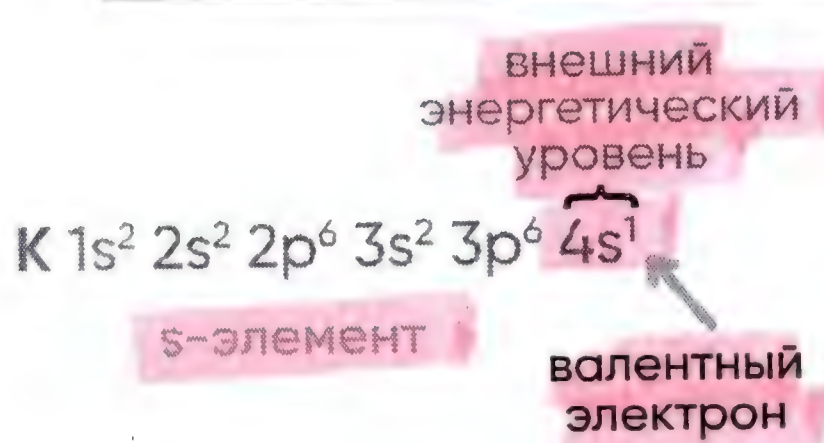
Внешние VS Валентные электроны

кон-во внеш. е:
8 - N° гр.



Валентные электроны

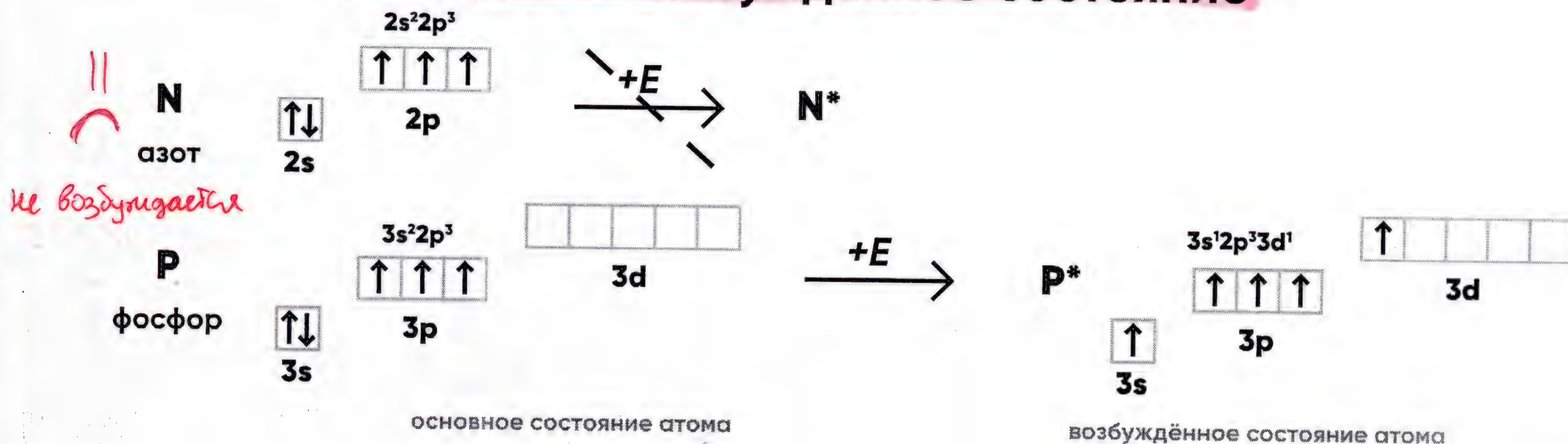
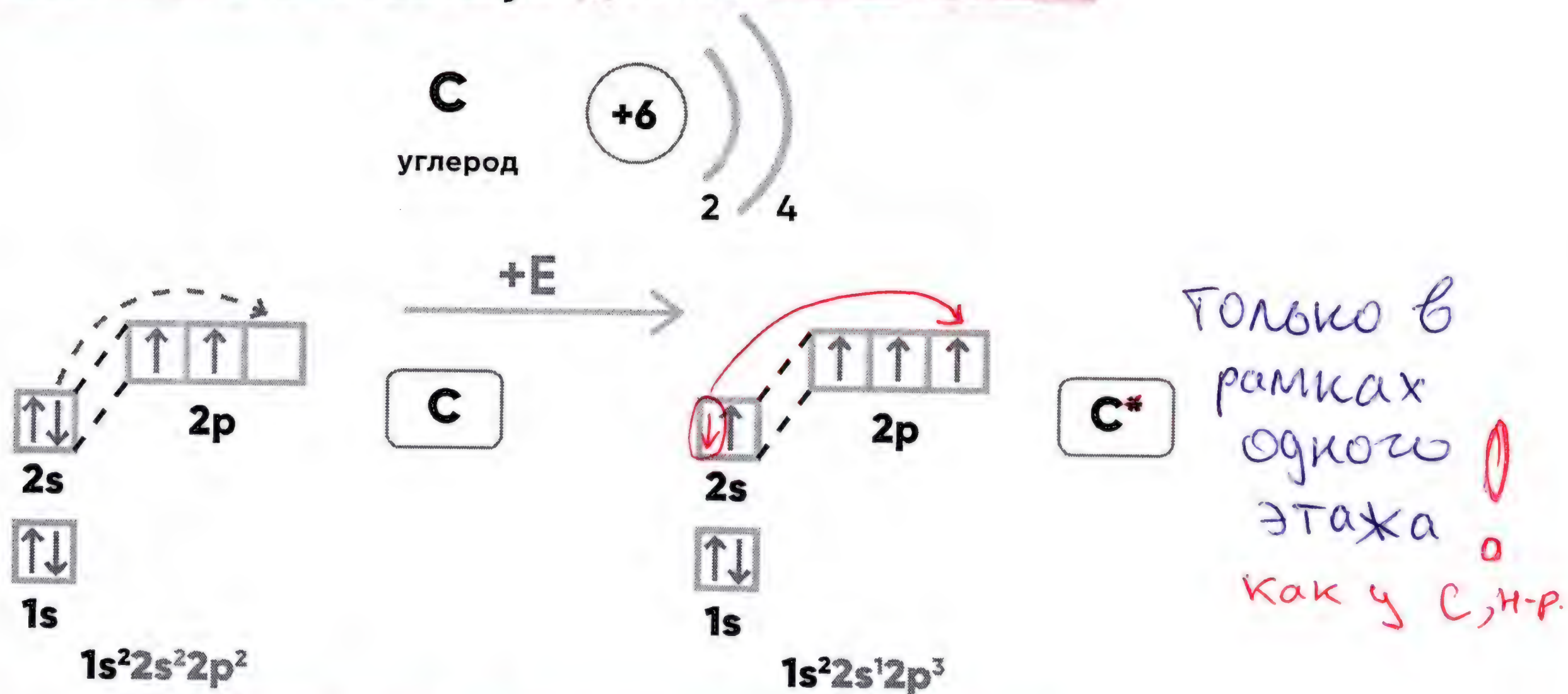
Тип элемента	Подуровень, на котором расположены валентные электроны	Валентные электроны
s-элементы	s-подуровень	s-электрон внешнего энергетического уровня
p-элементы	s- и p-подуровень	s и p-электроны внешнего энергетического уровня
d-элементы	s-, p- и d-подуровень	s-электрон внешнего энергетического уровня и d-электрон предвнешнего энергетического уровня



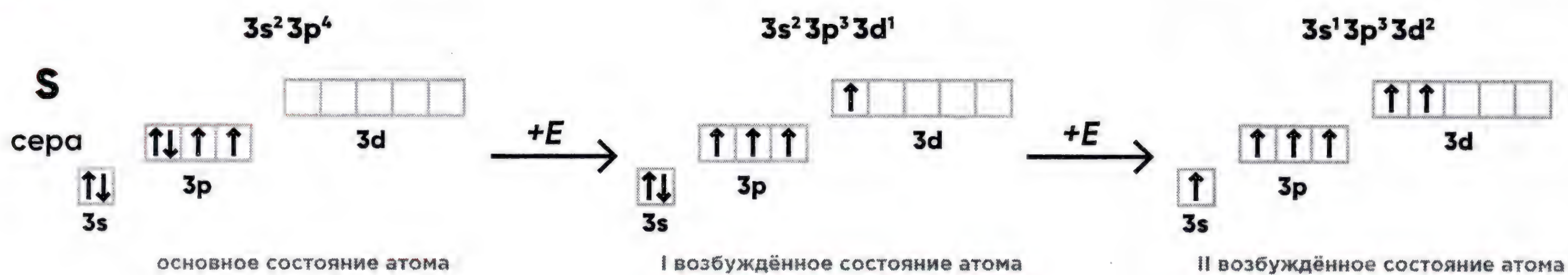
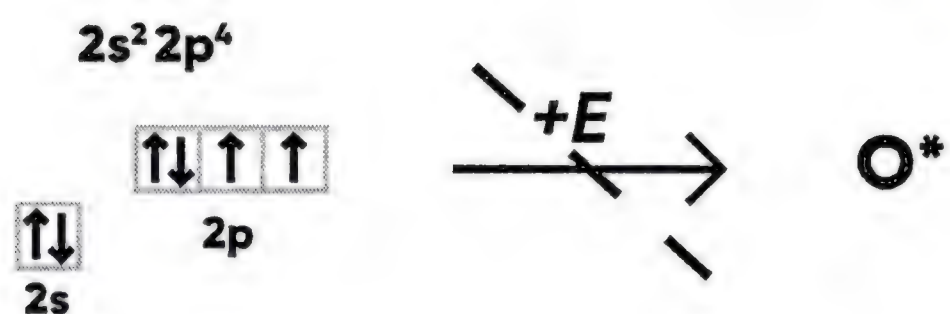
1s → 2s → 2p → 3s → 3p → 4s → 3d → 4p → 5s

валентные е ⁻	1s ¹	H	↑						
внешние е ⁻	1s ²	He	↑↓						
валентные е ⁻	1s ² 2s ¹	Li	↑↓	↑					
внешние е ⁻	1s ² 2s ²	Be	↑↓	↑↓					
	1s ² 2s ² 2p ¹	B	↑↓	↑↓	↑				
	1s ² 2s ² 2p ²	C	↑↓	↑↓	↑↑				
	1s ² 2s ² 2p ³	N	↑↓	↑↓	↑↑↑				
	1s ² 2s ² 2p ⁴	O	↑↓	↑↓	↑↓↑↑				
	1s ² 2s ² 2p ⁵	F	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑				
	1s ² 2s ² 2p ⁶	Ne	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓				
валентные е ⁻	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ¹	Na	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑			
внешние е ⁻	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ²	Mg	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓			
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ¹	Al	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑		
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ²	Si	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↑		
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ³	P	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↑↑		
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁴	S	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↑		
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	Cl	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑		
	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶	Ar	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓		

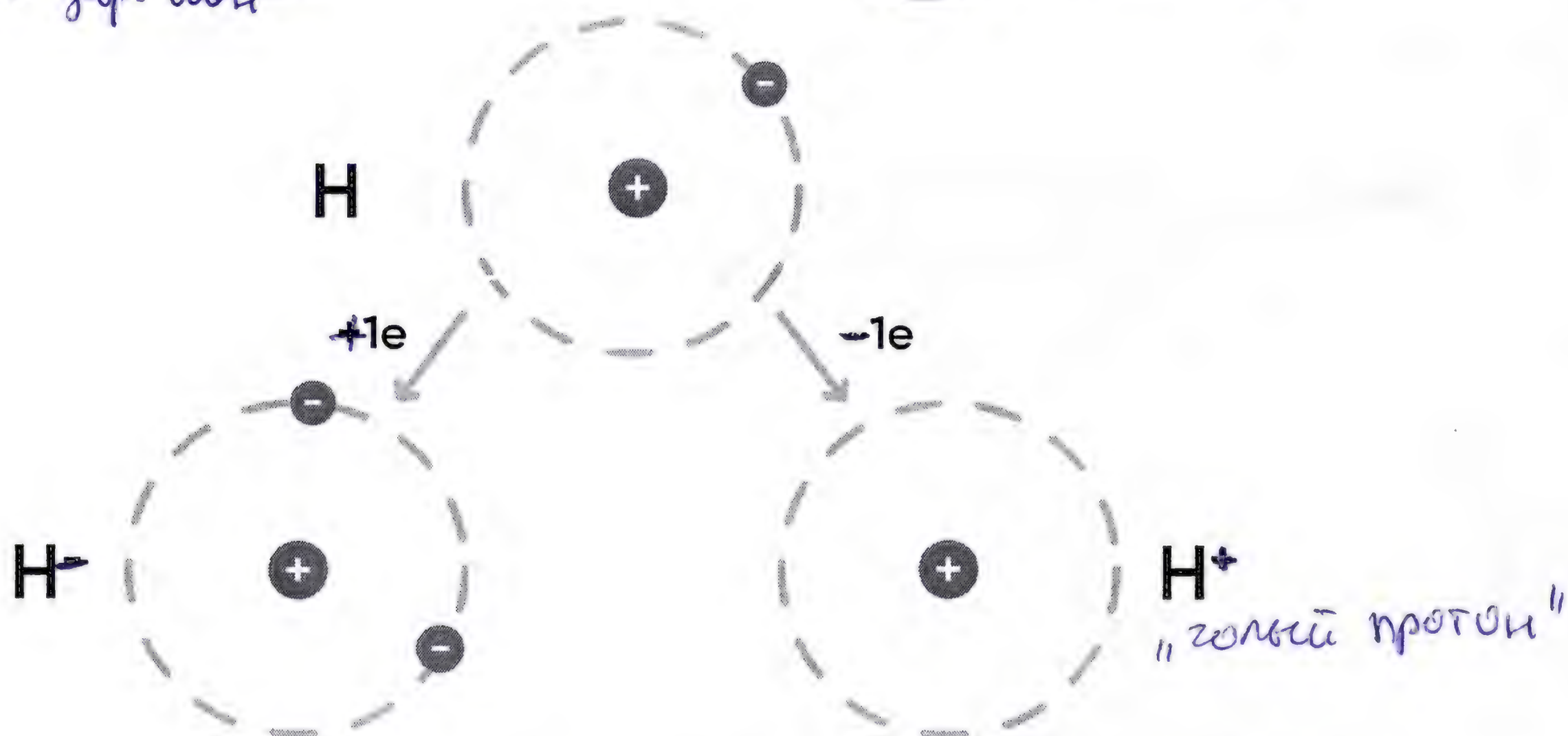
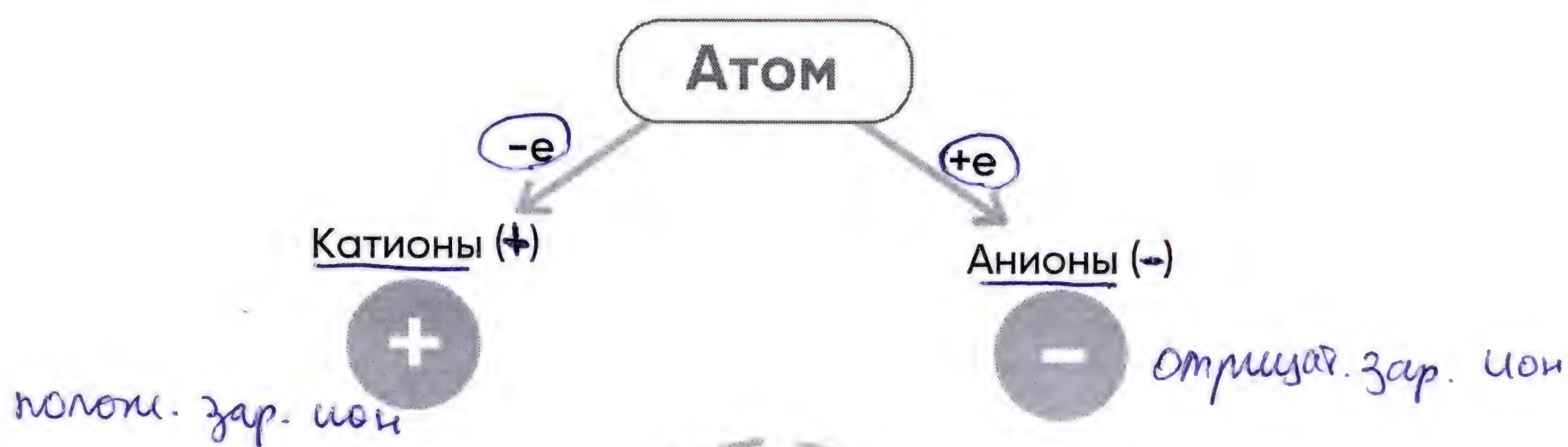
	валентные e ⁻		1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 \boxed{4s^1}$	внешние e ⁻	K	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	[] [] []	↑	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$		Ca	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	[] [] []	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$		Sc	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ [] [] []	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$		Ti	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑ [] []	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$		V	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑ ↑ []	↑↓	[] [] []
$\boxed{1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5} 4s^1$	просок	Cr	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$		Mn	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑ ↑ ↑ ↑ ↑	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$		Fe	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑ ↑ ↑ ↑	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$		Co	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑ ↑ ↑	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$		Ni	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑ ↑	↑↓	[] [] []
$\boxed{1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}} 4s^1$	просок	Cu	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$	внешние e ⁻	Zn	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	[] [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} \boxed{4s^2 4p^1}$	валентные e ⁻	Ga	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ [] []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$		Ge	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ []
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$		As	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑ ↑ ↑
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$		Se	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑ ↑
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$		Br	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$		Kr	↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓ ↑↓	↑↓	↑↓ ↑↓ ↑↓



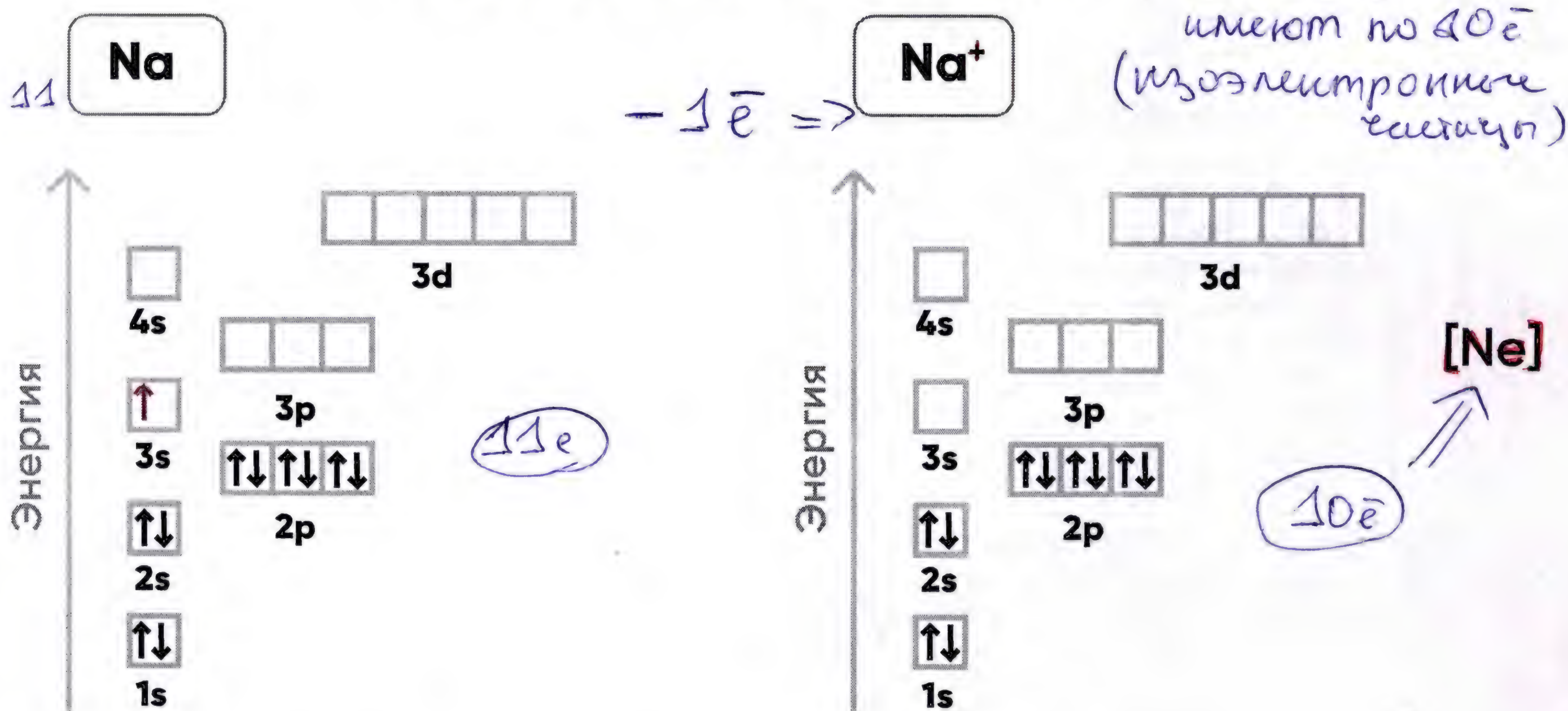
кислород
не возбуждается



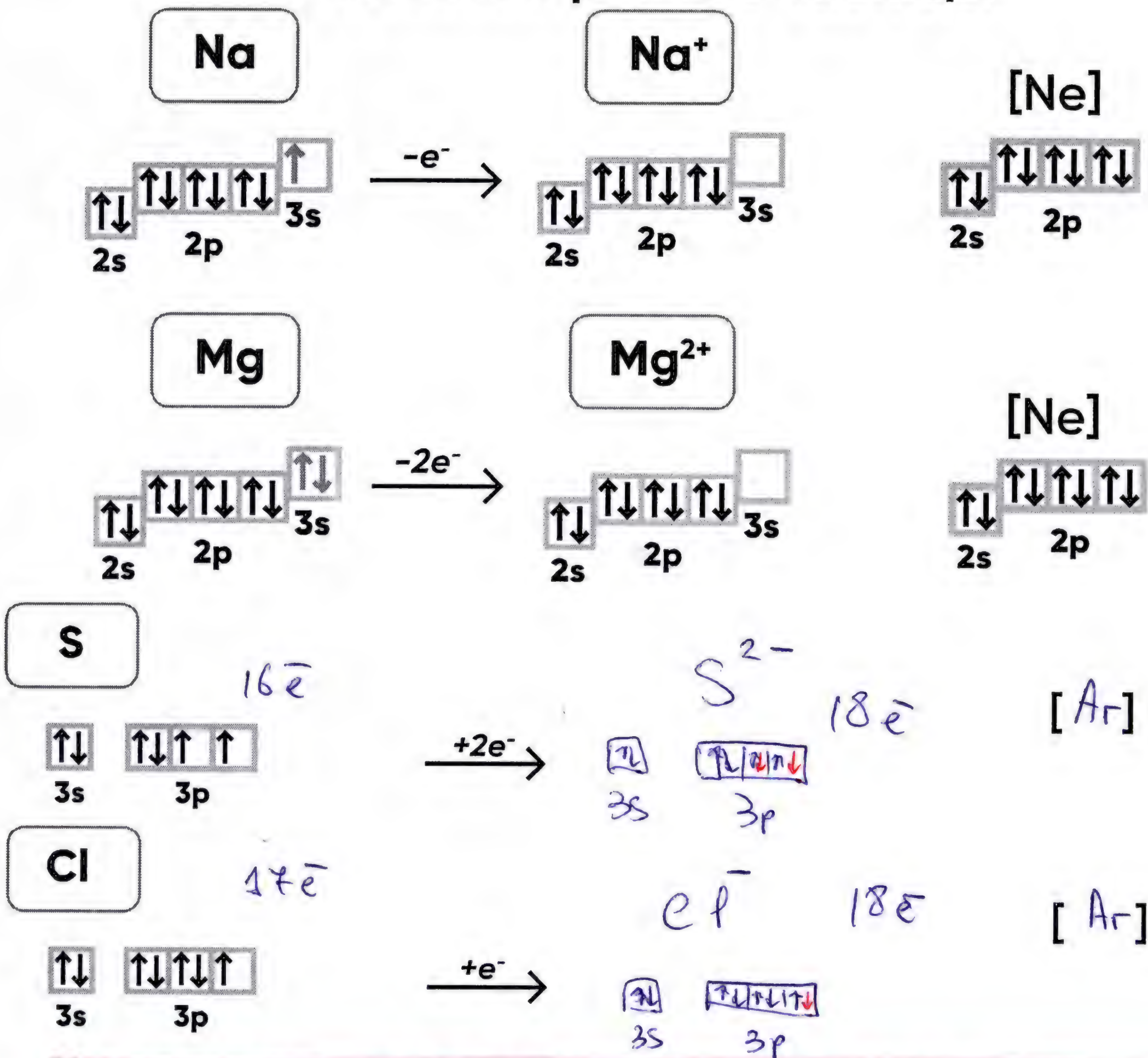
Ионы



Изоэлектронные частицы



Изоэлектронные частицы



Периодический закон. Электроотрицательности. Степень окисления и валентность

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева													
		Группы											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород					Халькогены 8 O 16,00 Кислород	(H)					2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот	16,00 O Кислород	19,00 F Фтор					10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор	32,06 S Сера	35,45 Cl Хлор					18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель		
		29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк	34 78,96 Se Селен	35 79,90 Br Бром					36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий		
		47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма	52 127,60 Te Теллур	53 126,90 I Иод					54 Xe 131,29 Ксенон
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 138,91 La Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина		
		79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут	84 [209] Po Полоний	85 [210] At Астат					86 Rn [222] Радон
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий		
111 [280] Rg Рентгений		112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский	116 [293] Lv Ливерморий	117 [294] Ts Теннессин					118 Og [294] Оганесон	

*Лантаноиды

58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций
------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

**Актиноиды

90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий
------------------------------	------------------------------------	----------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Атомный радиус



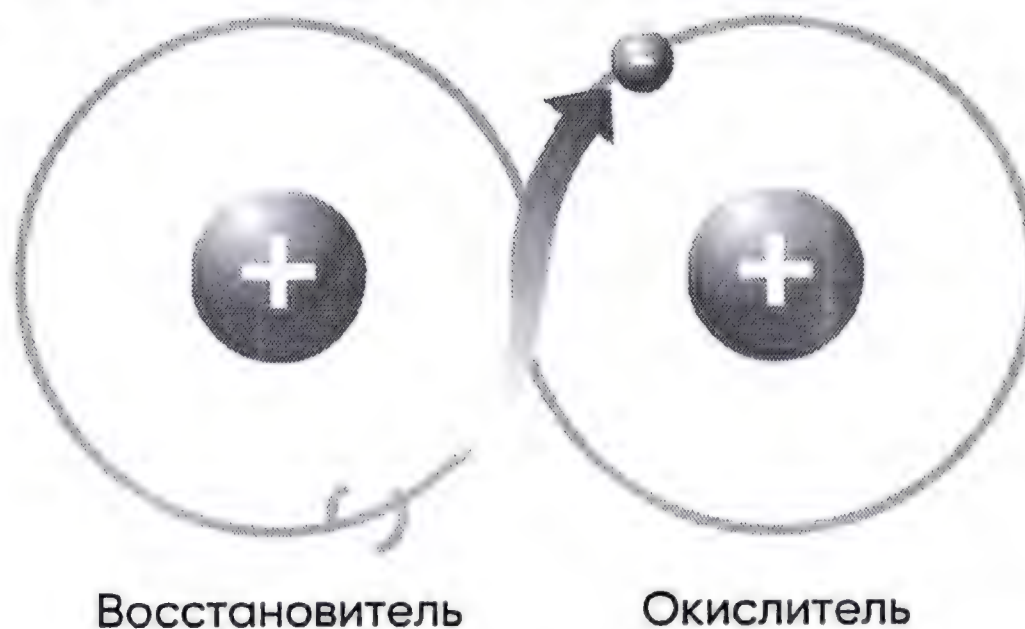
Электроотрицательность

Электроотрицательность — способность атома перетягивать на себя электроны.



Восстановители и окислители

Восстановитель — отдаёт электроны
Окислитель — принимает электроны



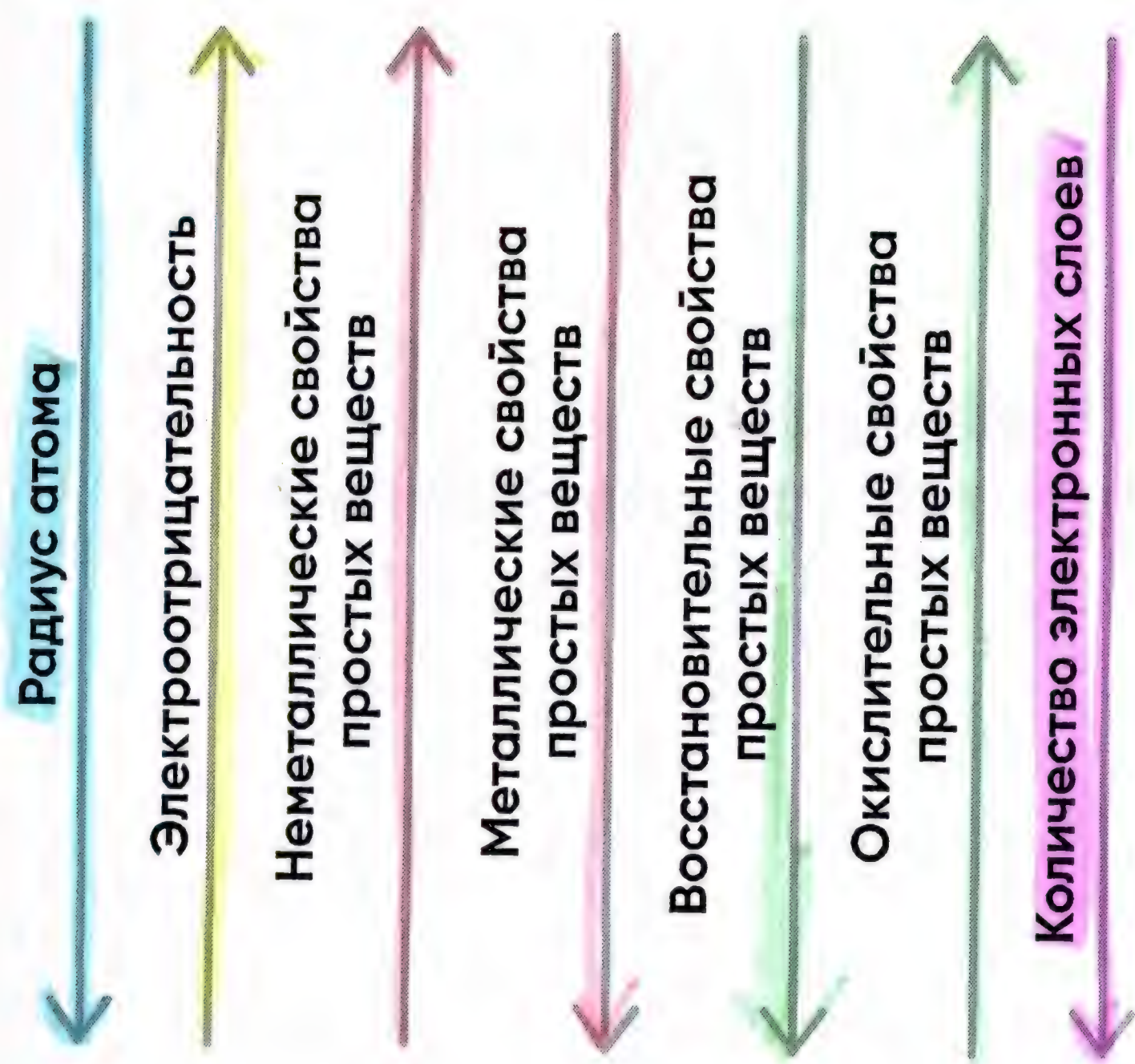
Закономерности изменений свойств по периодам (для главных подгрупп)



		1	2	3	Группы			VIII			2	
		I	II	III	IV	V	VI	VII				
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)				He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор				Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор				Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель	Kr 83,80 Криптон
		29 Cu 63,55 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,92 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром				

Handwritten notes: Cu, Zn, Ca, Ce, As, Se, Br

Закономерности изменений свойств по группам (для главных подгрупп)



	I	II	III	IV	V
1	1 H 1,008 Водород				
2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 10,81 B Бор	6 12,01 C Углерод	7 14,00 N Азот
3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 26,98 Al Алюминий	14 28,09 Si Кремний	15 30,97 P Фосфор
4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий
	29 63,55 Cu Медь	30 65,39 Zn Цинк	31 69,72 Ga Галлий	32 72,59 Ge Германий	33 74,92 As Мышьяк
5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий
	47 107,87 Ag Серебро	48 112,41 Cd Кадмий	49 114,82 In Индий	50 118,69 Sn Олово	51 121,75 Sb Сурьма
6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 138,91 La Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал
	79 196,97 Au Золото	80 200,59 Hg Ртуть	81 204,38 Tl Таллий	82 207,2 Pb Свинец	83 208,98 Bi Висмут
7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний
	111 [280] Rg Рентгений	112 [285] Cn Коперниций	113 [286] Nh Нихоний	114 [289] Fl Флеровий	115 [290] Mc Московский

Задание 1 (1 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

1 K 2 Na 3 Se 4 Mg 5 S

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите элементы, атомы которых в основном состоянии содержат два неспаренных электрона. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 3 5

Задание 2 (2 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

1 K 2 Na 3 Se 4 Mg 5 S

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента-металла. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения восстановительных свойств их простых веществ. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 1 2 4

Задание 3 (1 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд изотопов химических элементов:

1 ^{40}Ca 2 ^{59}Ni 3 ^{65}Zn 4 ^{70}Ga 5 ^{24}Mg

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны изотопы химических элементов.

Определите, атомы каких из указанных в ряду изотопов в основном состоянии имеют четное количество нейтронов. Запишите в поле ответа номера выбранных изотопов химических элементов.

Ответ: 1 5

Задание 4 (2 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

~~1~~ K 2 Na ~~3~~ Se 4 Mg 5 S

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения их электроотрицательности. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 5 4 2

Задание 5 (1 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

~~1~~ Cl 2 O ~~3~~ Mg 4 Se ~~5~~ C

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите элементы, атомы которых в основном состоянии имеют шесть электронов на внешнем энергетическом уровне. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 2 4

Задание 6 (2 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

1 Mn 2 Fe 3 Al 4 Si 5 P

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания радиусов их атомов. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

Ответ: 5 4 3

Задание 7 (1 КИМ)

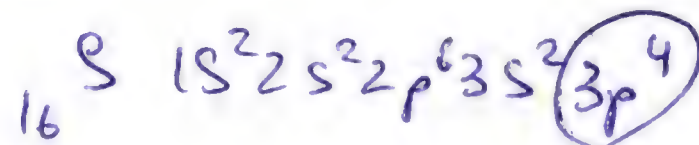
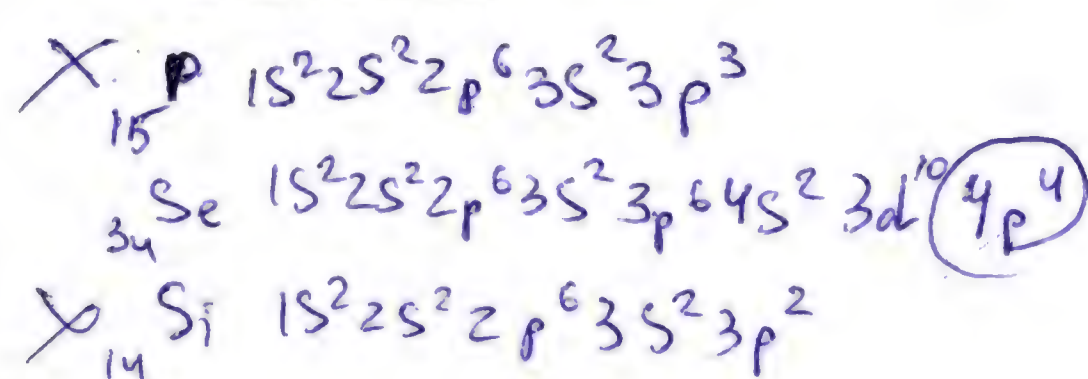
Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

~~1~~ P 2 Se ~~3~~ Si ~~4~~ K 5 S

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют четыре p-электрона на внешнем энергетическом уровне. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

Ответ: 2 5



Задание 8 (2 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

① F ② N ③ Li ~~④ Mg~~ ~~⑤ K~~

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в одном периоде. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания количества электронов на внешнем энергетическом уровне в их атомах. **Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.**

Ответ: 3 2 1

Задание 9 (1 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

① Mg ~~② B~~ ~~③ C~~ ④ S ⑤ Ca

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Определите, атомам каких элементов в основном состоянии необходимо отдать два электрона, чтобы приобрести электронную конфигурацию инертного газа. **Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.**

Ответ: 1 5

Задание 10 (2 КИМ)

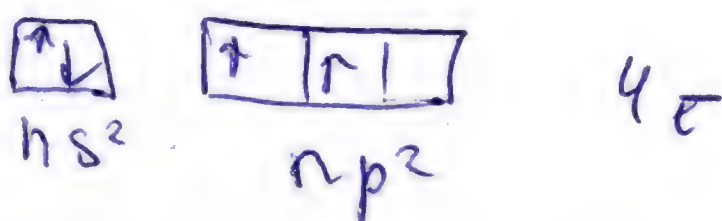
Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:

① C ② Ba ③ Ge ④ B ⑤ Si

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые имеют конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^2np^2 . Расположите выбранные элементы в порядке увеличения количества электронных слоев в их атомах. **Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.**

Ответ: 1 5 3



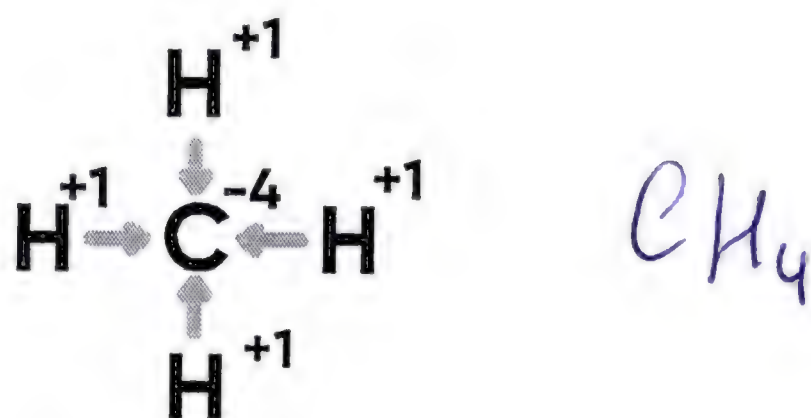
Электроотрицательность. Степень окисления, валентность. Типы химических связей, типы кристаллических решёток.

Валентность и степень окисления

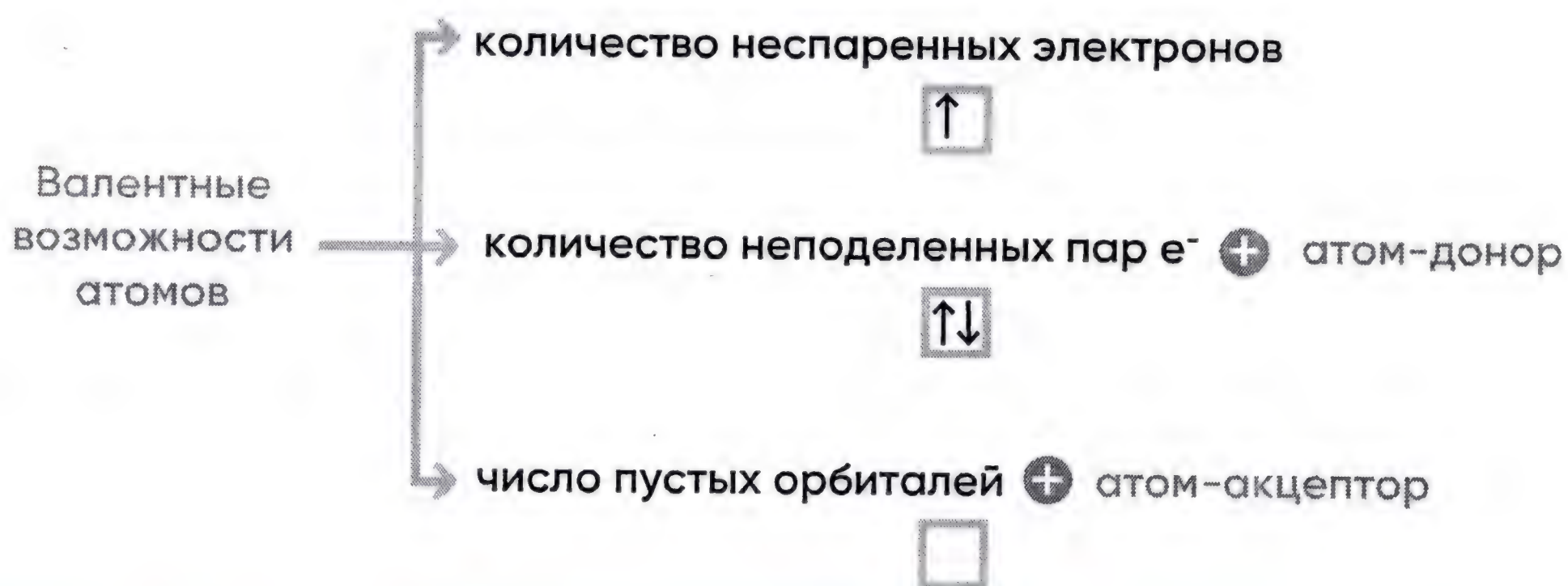
Валентность — это количество связей (общих электронных пар), которые образует атом в соединении.

Степень окисления — это условный заряд атома, который он приобретает в соединении, если считать, что электроны полностью оттянуты к более электроотрицательному атому.

Валентность C = IV
Степень окисления C = -4
Валентность H = I
Степень окисления H = +1



Валентность



Максимальная (высшая) валентность и степень окисления = № группы

Исключения:

Валентность:

- 2 период: N, O, F
- инертные газы
- начиная с 3 периода: многие элементы

FOR не совпадает с номером группы

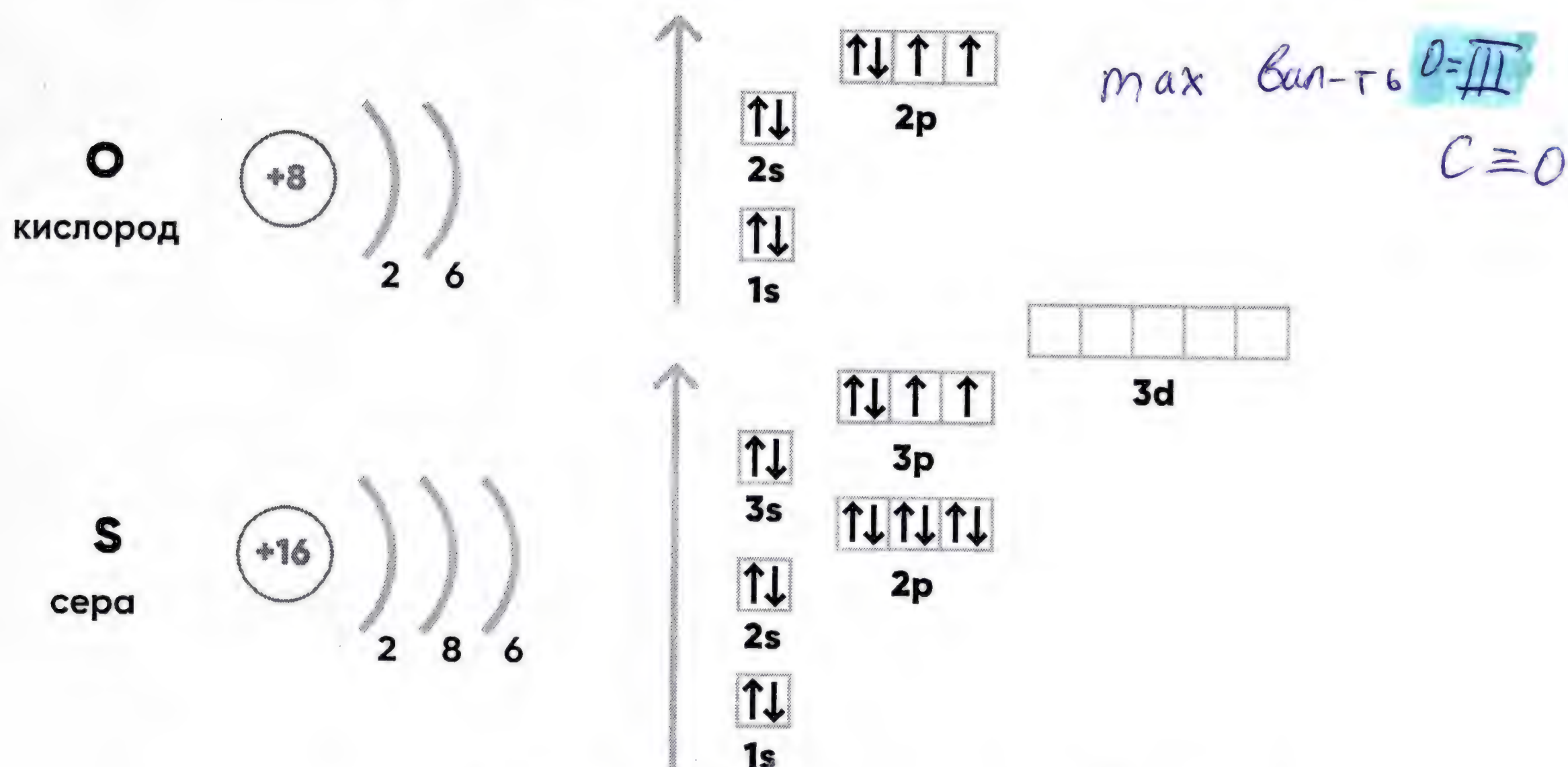
Степень окисления:

- 2 период: O, F
- инертные газы
- $^{+6}$ Fe, Co, Ni, $^{+2}$ Cu, Ag, Au...

FO

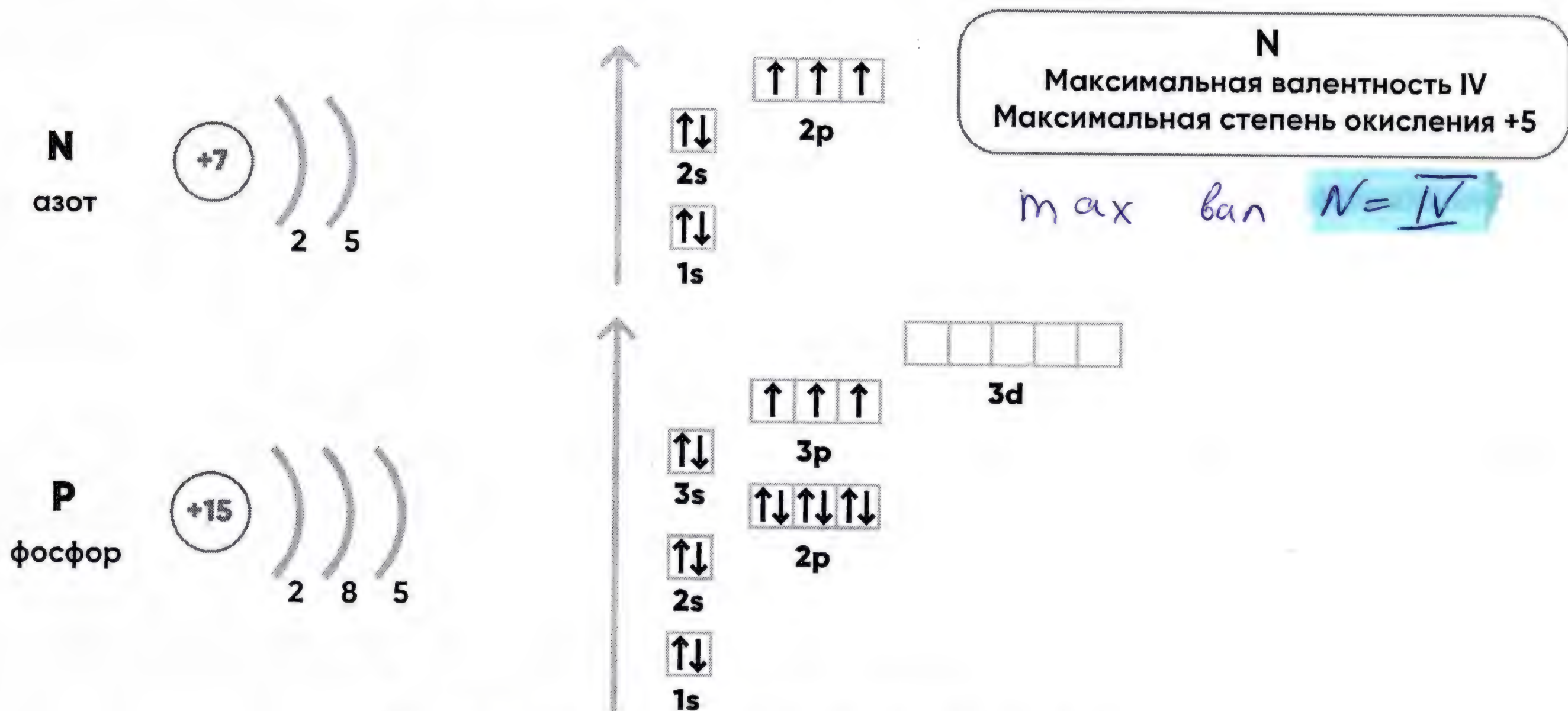
Элементы второго периода

Почему кислород не имеет валентности VI?



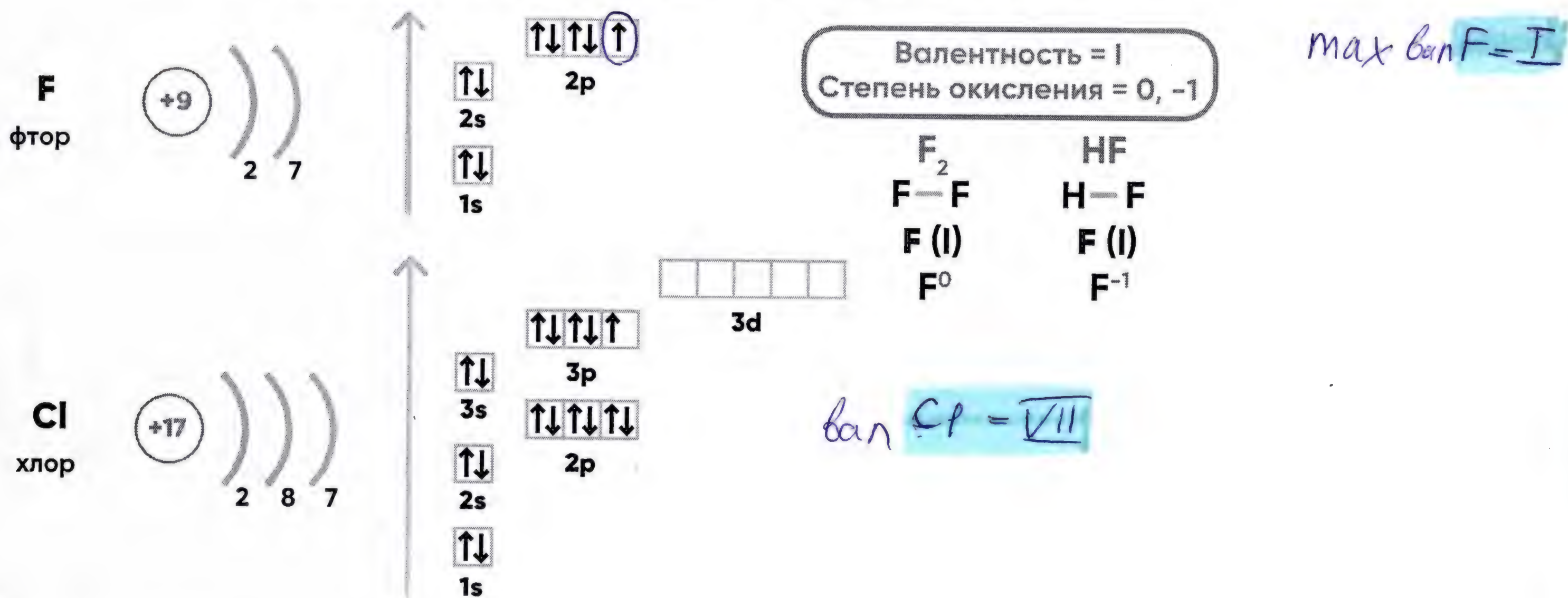
Элементы второго периода

Почему азот не имеет валентности V?



Элементы второго периода

Почему фтор не имеет валентности VII?



Валентность и степень окисления

вышняя вал = N^o гр.
нижняя вал = 8 - N^o гр.

Изменение в периоде валентности по кислороду
и изменение в периоде высших степеней окисления элементов

Валентность	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
С.О.	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8
Общий вид высшего оксида	Э ₂ O	ЭO	Э ₂ O ₃	ЭO ₂	Э ₂ O ₅	ЭO ₃	Э ₂ O ₇	ЭO ₄

Изменение в периоде валентности по водороду
и изменение в периоде низших степеней окисления элементов

Валентность	I	II	III	IV	III	II	I	
С.О.				-4	-3	-2	-1	
Общий вид водородного соединения				ЭН ₄ СН ₄	ЭН ₃	ЭН ₂	ЭН	

Высшие оксиды

В оксидах CO(O) = -2

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Max CO = N ^o группы	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7
	Э ⁺¹ ₂ O ⁻²	Э ⁺² O ⁻²	Э ⁺³ ₂ O ⁻² ₃	Э ⁺⁴ O ⁻² ₂	Э ⁺⁵ ₂ O ⁻² ₅	Э ⁺⁶ O ⁻² ₃	Э ⁺⁷ ₂ O ⁻² ₇

Водородные соединения

Гидриды

с Me

I ⁺¹ LiH ⁻¹ гидрид лития	II ⁺¹ BeH ₂ ⁻¹ гидрид бериллия	III ⁺¹ AlH ₃ ⁻¹ гидрид алюминия
⁺¹ NaH ⁻¹ гидрид натрия	⁺¹ MgH ₂ ⁻¹ гидрид магния	...
⁺¹ KH ⁻¹ гидрид калия	...	...

Летучие водородные соединения

с неMe

IV ⁺¹ CH ₄ метан	V ⁺¹ NH ₃ аммиак	VI ⁺¹ H ₂ O вода	VII ⁺¹ HF фтороводород
⁺¹ SiH ₄ [?] силан	⁺¹ PH ₃ фосфин	⁺¹ H ₂ S сероводород	⁺¹ HCl хлороводород
...	...	...	⁺¹ HBr бромоводород
			⁺¹ HI йодоводород

Валентность в летучем водородном соединении = 8 - N^o группы

Э.О. неMe всегда > Э.О. Me

Летучие водородные соединения

Кислотные свойства

IV	V	VI	VII
CH_4^{+1} метан	NH_3^{+1} аммиак	H_2O^{+1} вода	HF^{+1} фтороводород
$\text{SiH}_4^?$ силан	PH_3^{+1} фосфин	H_2S^{+1} сероводород	HCl^{+1} хлороводород
			HBr^{+1} бромоводород
			HI^{+1} йодоводород

Кислотные свойства

в водородном соед.

Низшая степень окисления = № группы - 8

Кислотные свойства высших оксидов и гидроксидов

Основные свойства высших оксидов и гидроксидов

Кислотные свойства высших оксидов и гидроксидов

Основные свойства высших оксидов и гидроксидов

Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева															
		Группы													
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
п е р и о д ы	1	1 H 1,008 Водород						(H)							2 He 4,00 Гелий
	2	3 Li 6,94 Литий	4 Be 9,01 Бериллий	5 B 10,81 Бор	6 C 12,01 Углерод	7 N 14,00 Азот	8 O 16,00 Кислород	9 F 19,00 Фтор							10 Ne 20,18 Неон
	3	11 Na 22,99 Натрий	12 Mg 24,31 Магний	13 Al 26,98 Алюминий	14 Si 28,09 Кремний	15 P 30,97 Фосфор	16 S 32,06 Сера	17 Cl 35,45 Хлор							18 Ar 39,95 Аргон
	4	19 K 39,10 Калий	20 Ca 40,08 Кальций	21 Sc 44,96 Скандий	22 Ti 47,90 Титан	23 V 50,94 Ванадий	24 Cr 52,00 Хром	25 Mn 54,94 Марганец	26 Fe 55,85 Железо	27 Co 58,93 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель				
		29 Cu 63,55 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,72 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,92 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,90 Бром							36 Kr 83,80 Криптон
	5	37 Rb 85,47 Рубидий	38 Sr 87,62 Стронций	39 Y 88,91 Иттрий	40 Zr 91,22 Цирконий	41 Nb 92,91 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc 98,91 Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,91 Родий	46 Pd 106,42 Палладий				
		47 Ag 107,87 Серебро	48 Cd 112,41 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,69 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,90 Иод							54 Xe 131,29 Ксенон
	6	55 Cs 132,91 Цезий	56 Ba 137,33 Барий	57 La 138,91 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,95 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,21 Рений	76 Os 190,2 Осний	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина				
		79 Au 196,97 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,2 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат							86 Rn [222] Радон
	7	87 Fr [223] Франций	88 Ra 226 Радий	89 Ac [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [266] Сиборгий	107 Bh [264] Борий	108 Hs [269] Хассий	109 Mt [268] Мейтнерий	110 Ds [271] Дармштадтий				
[280] Rg Рентгений		[285] Cn Коперниций	113 Nh [286] Нихоний	114 Fl [289] Флеровий	115 Mc [290] Московский	116 Lv [293] Ливерморий	117 Ts [294] Теннессин							118 Og [294] Оганесон	
*Лантаноиды															
58 Ce 140 Церий	59 Pr 141 Празеодим	60 Nd 144 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150 Самарий	63 Eu 152 Европий	64 Gd 157 Гадолиний	65 Tb 159 Тербий	66 Dy 162,5 Диспрозий	67 Ho 165 Гольмий	68 Er 167 Эрбий	69 Tm 169 Тулий	70 Yb 173 Иттербий	71 Lu 175 Лютеций		
**Актиноиды															
90 Th 232 Торий	91 Pa 231 Протактиний	92 U 238 Уран	93 Np 237 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеев	102 No [259] Нобелий	103 Lr [262] Лоуренсий		

Вещества

Простые

$\text{F}_2, \text{O}_2, \text{Cl}_2, \text{S}, \text{Na}, \text{Fe}, \text{P}_4, \text{S}_8, \text{O}_3$

Сложные

$\text{H}_2\text{O}, \text{NO}, \text{NaCl}, \text{HNO}_3, \text{SiH}_4$

1. Степень окисления в простых веществах = 0
2. Постоянные степени окисления элементов в сложных веществах:
 - IA группа: Li^{+1} , Na^{+1} , K^{+1} , Rb^{+1} , Cs^{+1}
 - II группа: Be^{+2} , Mg^{+2} , Ca^{+2} , Sr^{+2} , Ba^{+2} , Zn^{+2} , Cd^{+2}
 - Al^{+3}
 - F^{-1}
3. Типичные степени окисления в сложных веществах:
 - H^{+1} (кроме гидридов)
 - O^{-2} (кроме OF_2 , O_2F_2 , пероксидов, надпероксидов, озонидов)
4. $\text{Min CO (Me)} = 0$ (не характерны отрицательные CO)

Переходные металлы: максимальная (высшая) CO

Высшая CO $\approx$ № группы

I	II	III	IV	V	VI	VII
Cu	Zn	Sc	Ti	V	Cr	Mn
+2(+3*)	+2	+3	+4	+5	+6	+7

Fe
+6

Степени окисления углерода



Степени окисления углерода								
-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
• метан CH_4 • карбиды Al_4C_3 SiC	• этанол $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ • этан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	• метанол CH_3-OH • этилен $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	• этанол $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$	• формаль-дегид $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	• ацеталь-дегид $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$	• угарный газ CO • ацетон $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	• уксусная кислота $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$	• углекислый газ CO ₂ • тетра-хлорид углерода CCl ₄ • фосген COCl ₂

Степени окисления азота

N 2s 2p	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
	+5	N_2O_5	HNO_3	$NaNO_3$	NO_3^-
	+4	NO_2	-		
	+3	N_2O_3	HNO_2	$NaNO_2$	NO_2^-
	+2	NO	-		
	+1	N_2O	-		
	<u>-3</u> низшая СО	NH_3 водородное соединение			

Мах валентность = IV
 Мах степень окисления = +5

Степени окисления фосфора

P 3s 3p	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
	+5	P_2O_5	HPO_3	$NaPO_3$	PO_3^-
			H_3PO_4	Na_3PO_4	PO_4^{3-}
	+3	P_2O_3	H_3PO_3	Na_2HPO_3	HPO_3^{2-}
	+1	-	H_3PO_2	NaH_2PO_2	$H_2PO_2^-$
	<u>-3</u> низшая СО	PH_3 водородное соединение			

Валентности и степени окисления кислорода

O 2s 2p	высшая СО	валентность	структура
	+2	$+2 - 1$	OF_2 $F-O-F$
	+1		O_2F_2 $F-O-O-F$
	0		O_2 $O=O$
	-1		H_2O_2, Na_2O_2 (пероксиды) $H-O-O-H$
	<u>-2</u> низшая СО		CO, CO_2, Na_2O (оксиды) H_2O $C \equiv O$ водородное соединение $O=C=O$

Степени окисления серы

S ↑↓ ↑ ↑ ↑ 3s 3p	высшая СО	+6	оксид	SO_3	гидроксид	H_2SO_4	соль	Na_2SO_4	анион	SO_4^{2-}
		+4		SO_2		H_2SO_3		Na_2SO_3		SO_3^{2-}
	низшая СО	-2		H_2S		водородное соединение				

Степени окисления хлора

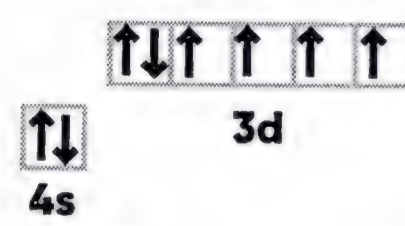
Cl ↑↓ ↑ ↑ ↑ 3s 3p	высшая СО	+7	оксид	Cl_2O_7	гидроксид	HClO_4	соль	NaClO_4	анион	ClO_4^-
		+5	-			HClO_3		NaClO_3		ClO_3^-
		+4		ClO_2	-					
		+3	-		*	HClO_2	*	NaClO_2	*	ClO_2^-
		+1		Cl_2O		HClO		NaClO		ClO^-
	низшая СО	-1		HCl		водородное соединение		NaCl		Cl^-

*Характерны только для хлора и брома

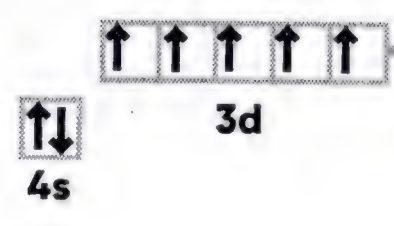
Степени окисления хрома

Cr ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ 4s 3d	высшая СО	+6	оксид	CrO_3	гидроксид	H_2CrO_4	соль	Na_2CrO_4	анион	CrO_4^{2-}
		+3		Cr_2O_3		$\text{Cr}(\text{OH})_3$		KCrO_2		CrO_2^-
		+2		CrO		$\text{Cr}(\text{OH})_2$		-		
	водородное соединение			×						

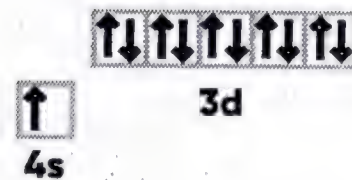
Степени окисления железа

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
Fe 	+6	-	-	Na_2FeO_4	FeO_4^{2-}
	+3	Fe_2O_3	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	KFeO_2	FeO_2^-
	+2	FeO	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	-	-
водородное соединение		X			

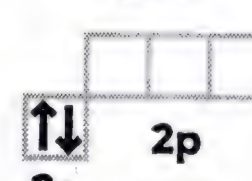
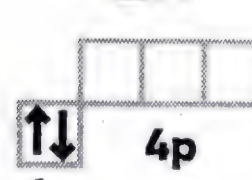
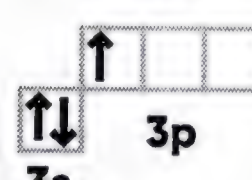
Степени окисления марганца

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
Mn 	+7	Mn_2O_7	HMnO_4	KMnO_4	MnO_4^-
	+6	-	-	K_2MnO_4	MnO_4^{2-}
	+4	MnO_2 ↓ <i>суп. ок.</i>	-	-	-
	+2	MnO	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	-	-
водородное соединение		X			

Степени окисления меди

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
Cu 	+2	CuO	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	-	-
	+1	Cu_2O	CuOH	-	-
	0	-	-	-	-
водородное соединение		X			

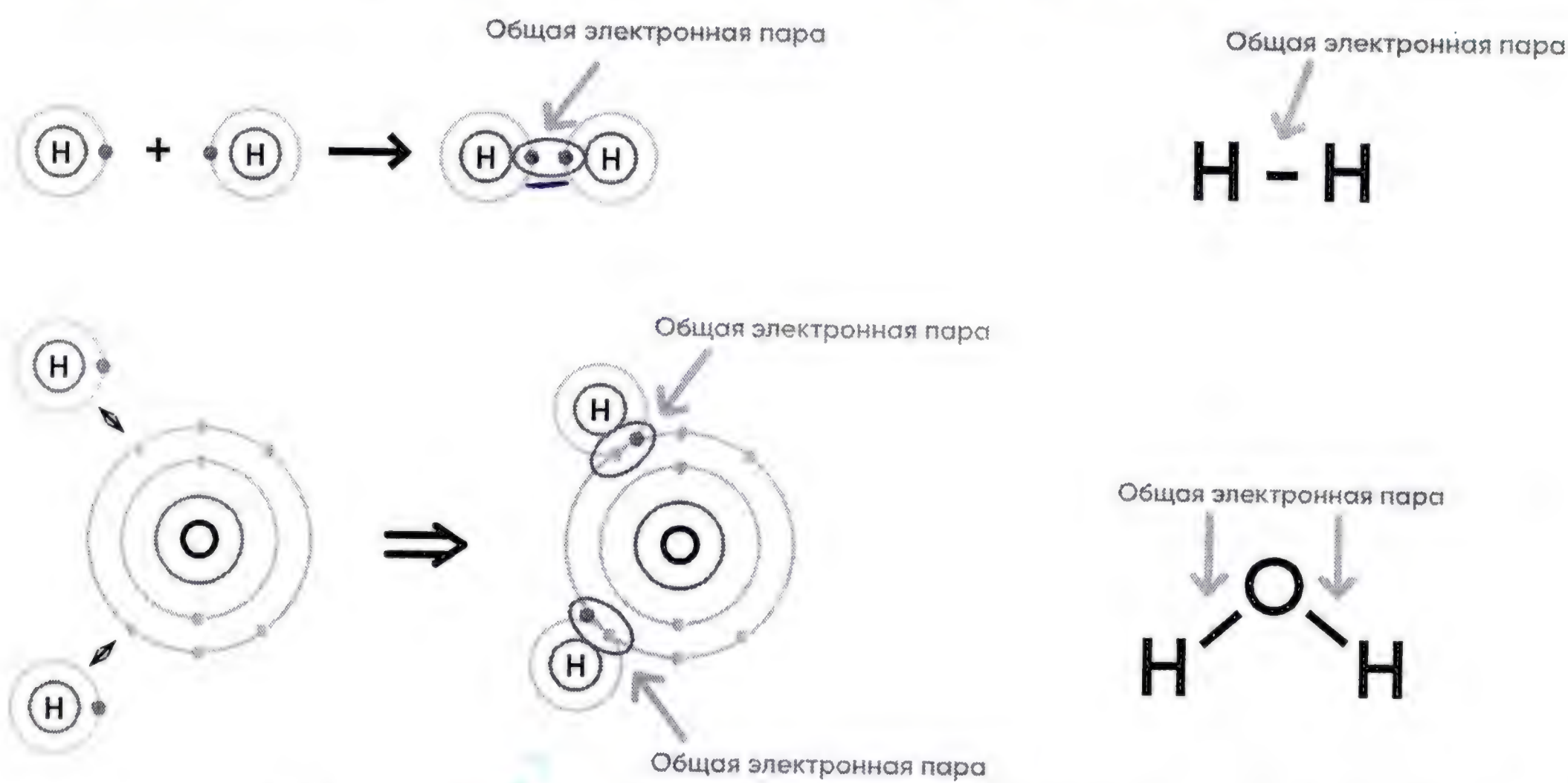
Степени окисления бериллия, цинка и алюминия

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
Be 	+2	BeO	$\text{Be}(\text{OH})_2$	Na_2BeO_2	BeO_2^{2-}
				$\text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$	$[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$
Zn 	+2	ZnO	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	Na_2ZnO_2	ZnO_2^{2-}
				$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
Al 	+3	Al_2O_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$	NaAlO_2	AlO_2^-
				$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

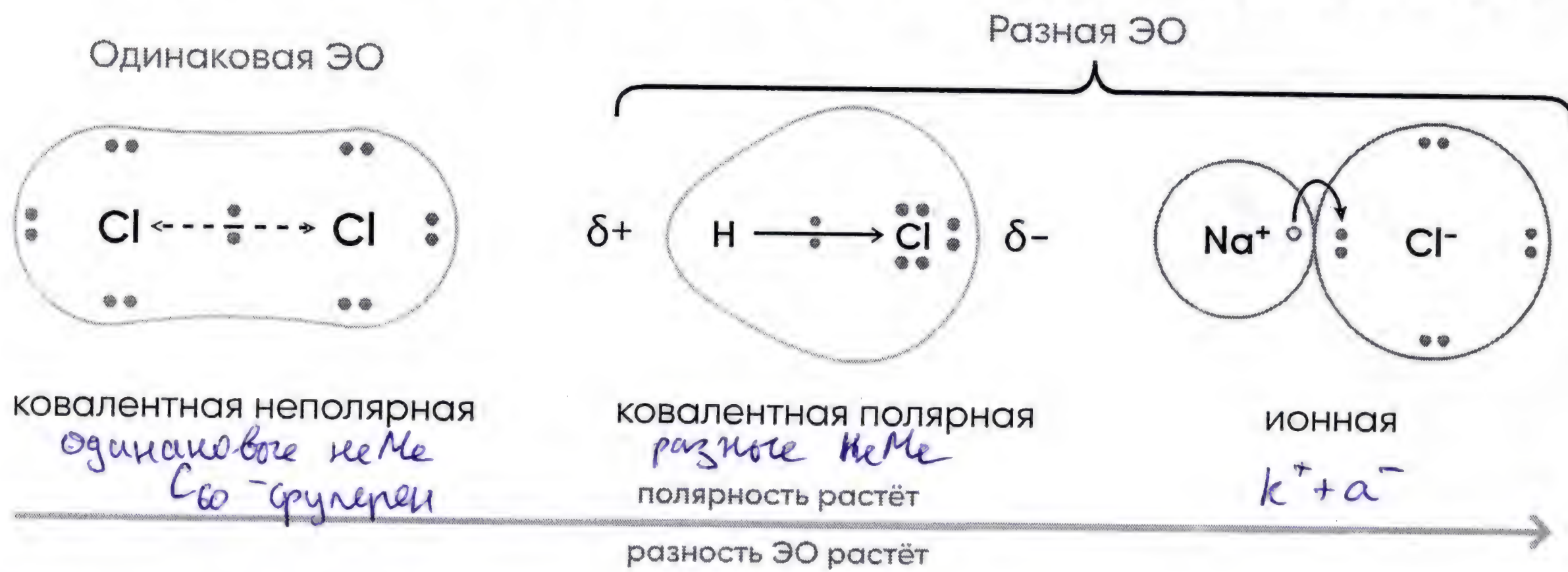
аналогично Sn^{+2} (как для Zn и Be),
также для Sn^{+4} характерны
амфотерные свойства

Типы химических связей.
Типы кристаллических решеток
Химическая связь

Ковалентная связь – общая электронная пара

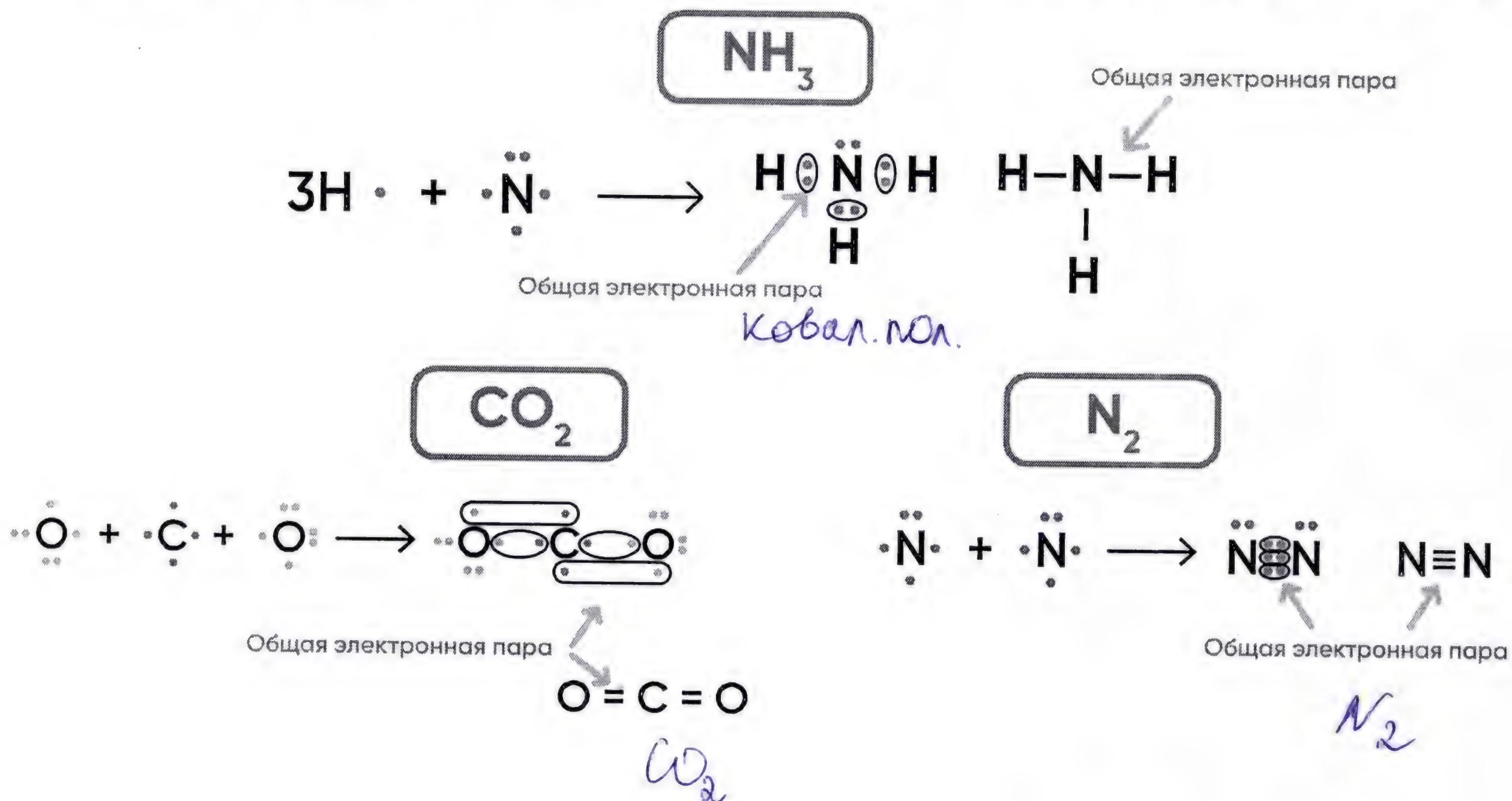


Химическая связь: ковалентная и ионная

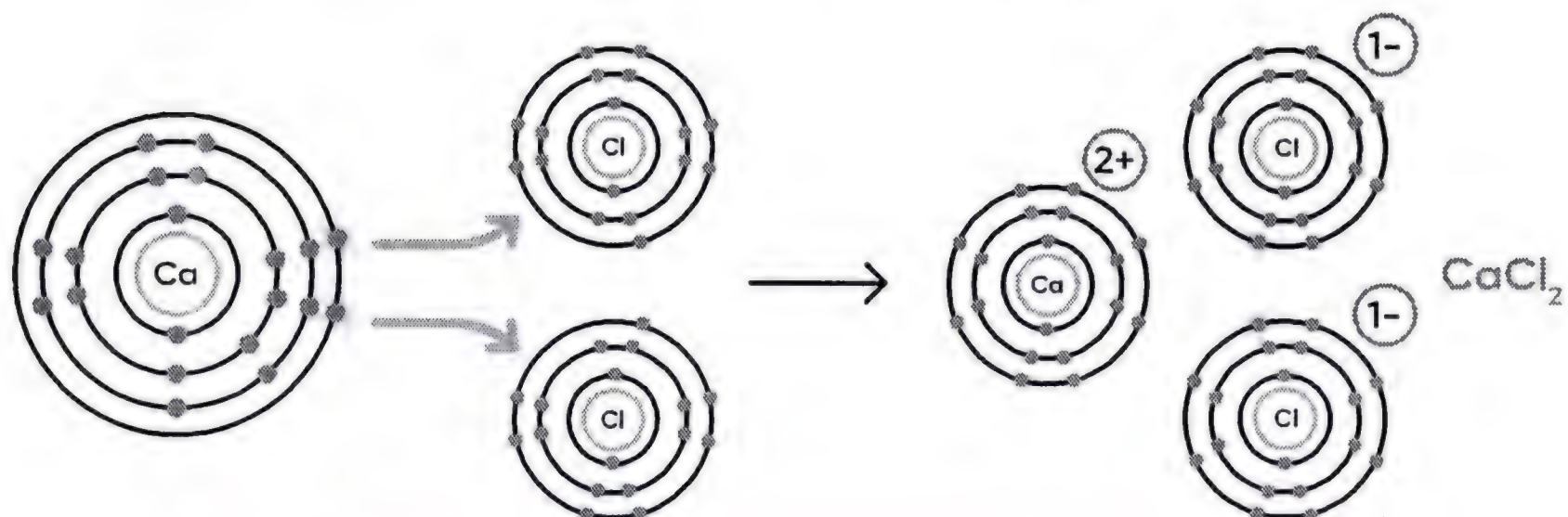
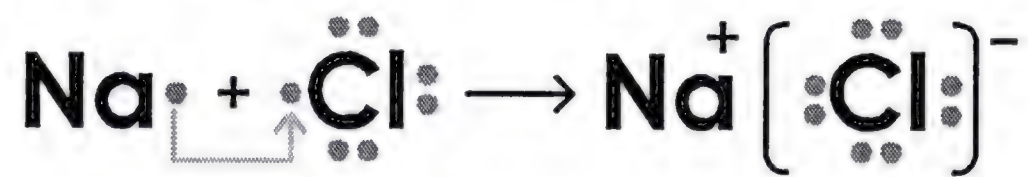
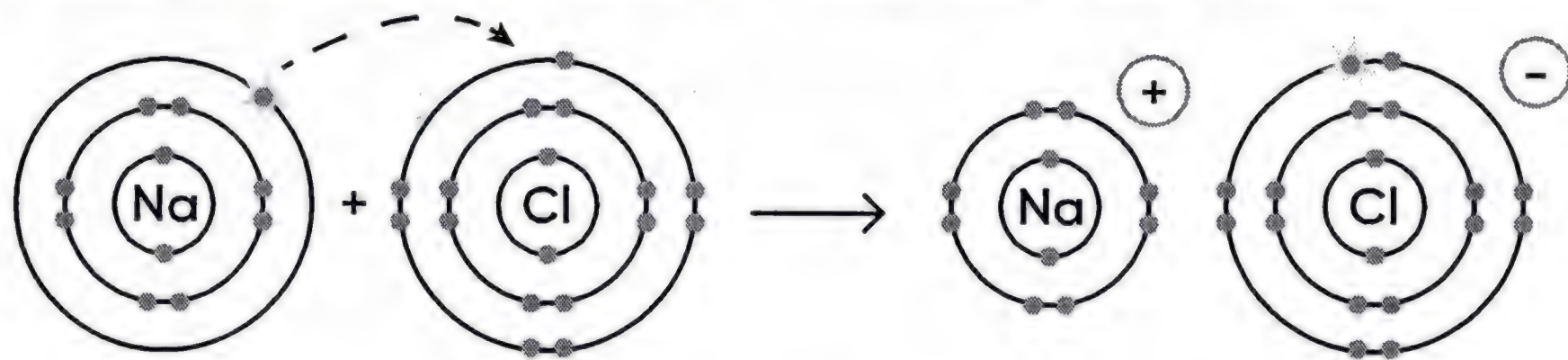


Ионная связь — крайний случай ковалентной полярной

Образование химической связи: ковалентные связи



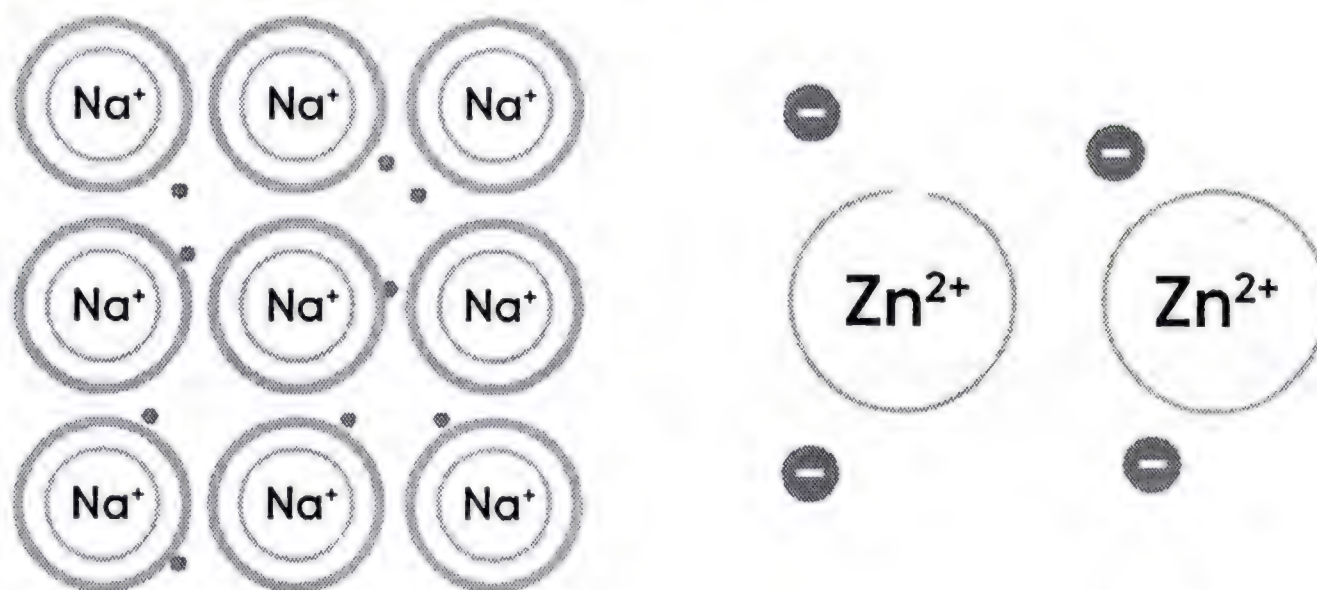
Образование химической связи: ионные связи



Типы химических связей



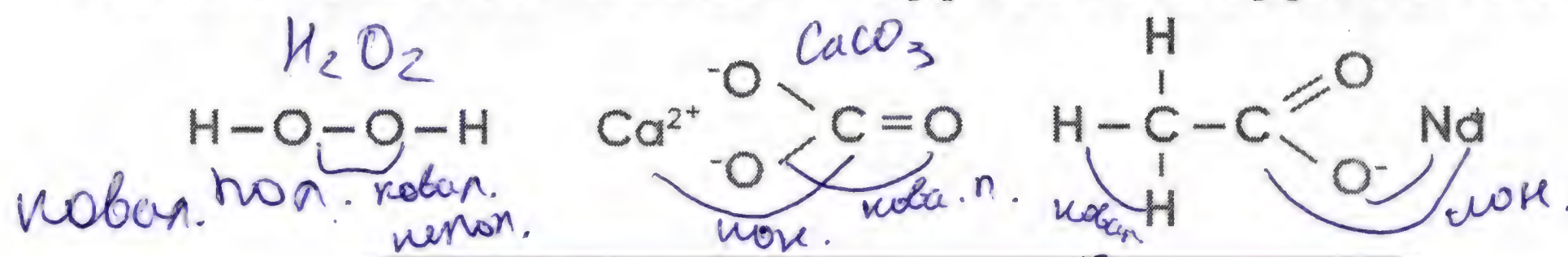
Металлическая связь



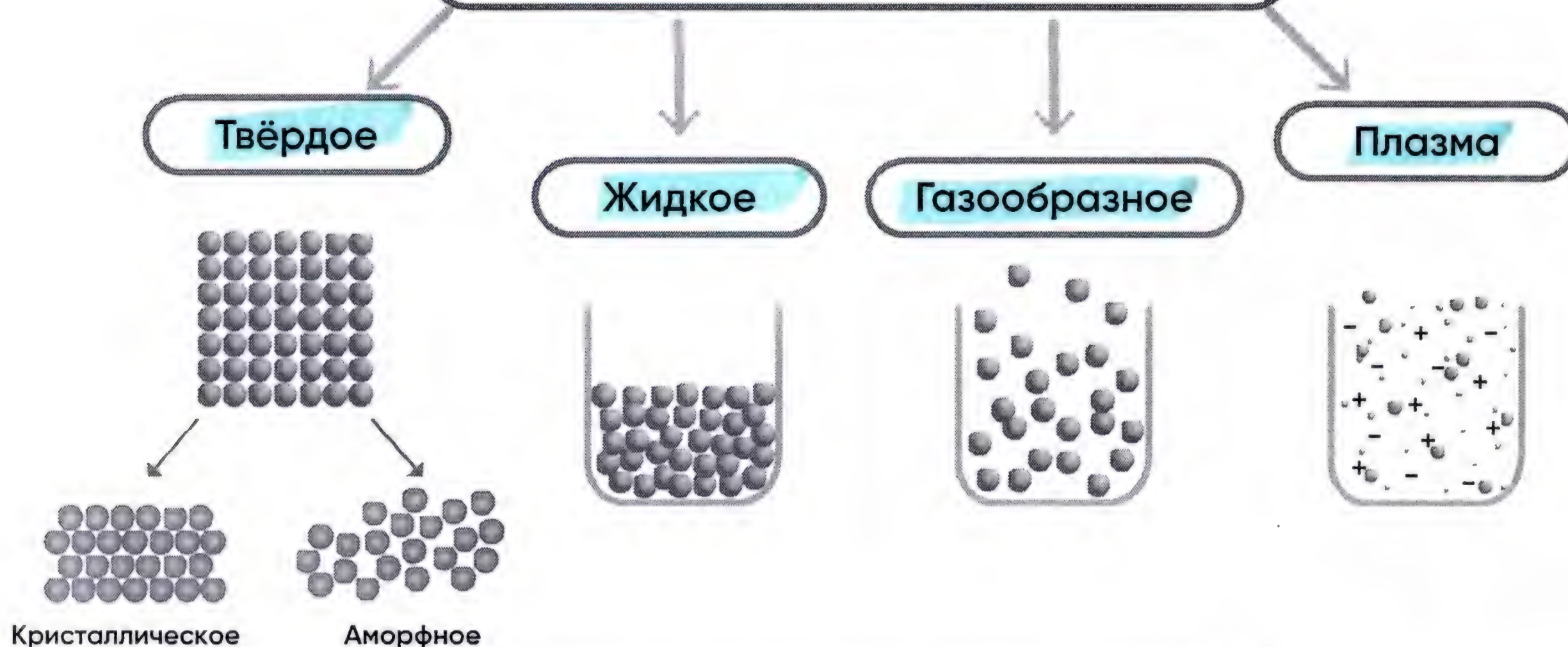
Типы химических связей



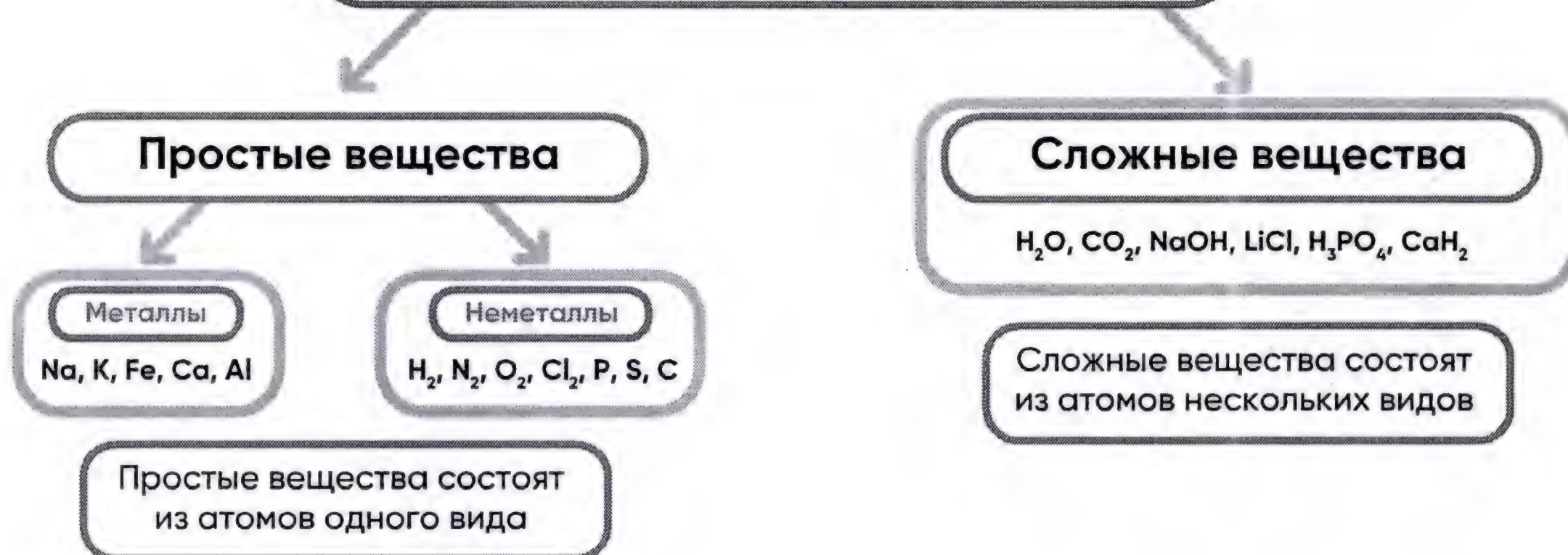
Разные типы связи в одном соединении



Агрегатные состояния



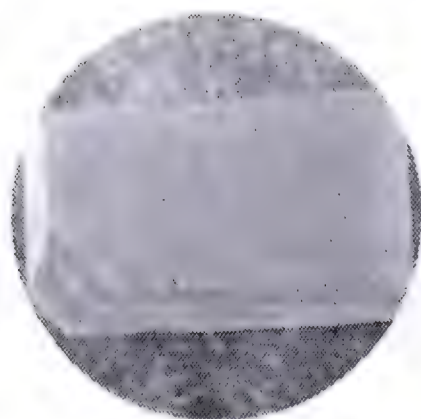
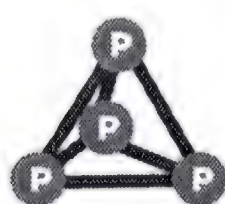
Неорганические вещества



Аллотропные модификации фосфора

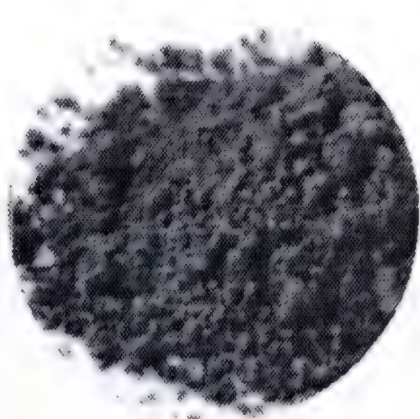
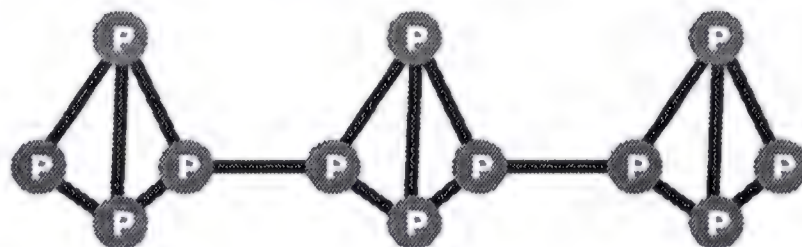
P

Белый фосфор



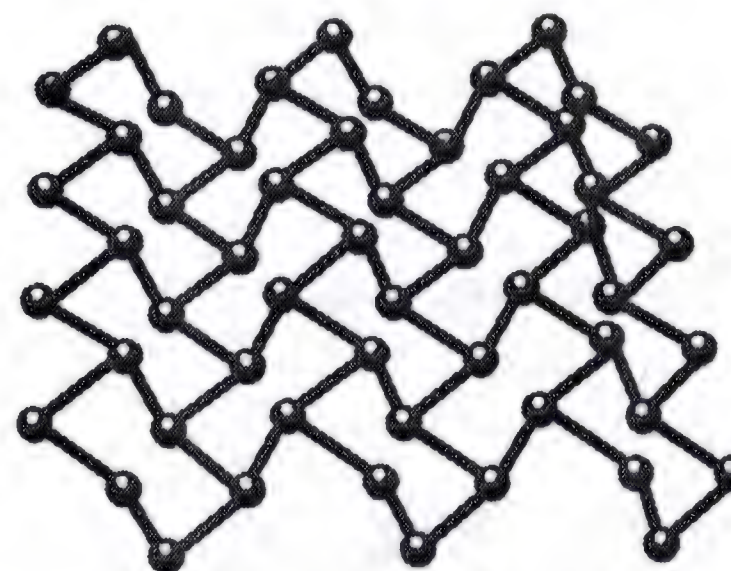
Химически активен и ядовит

Красный фосфор

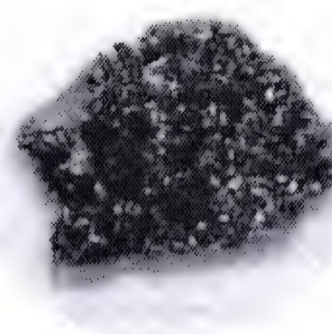


Применяется в производстве спичек

Чёрный фосфор



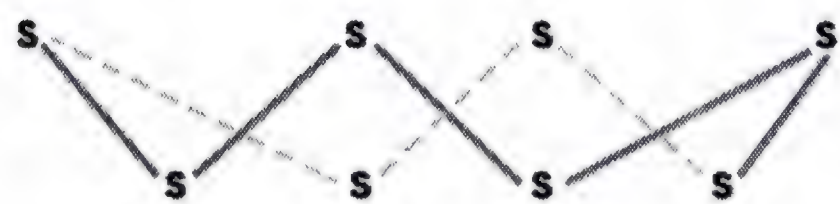
Наиболее стабильная и наименее активная форма



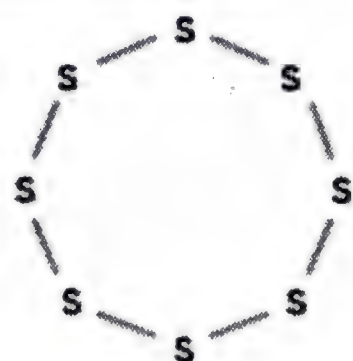
Аллотропные модификации серы

S

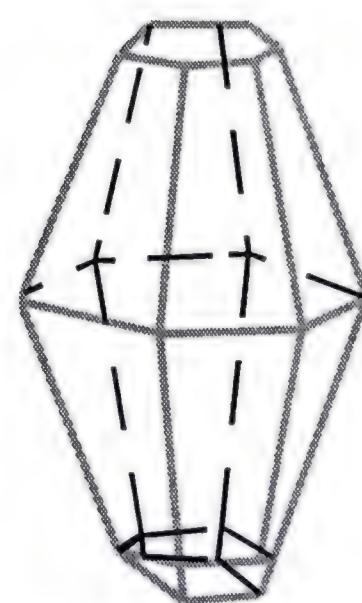
Моноклинная и ромбическая сера



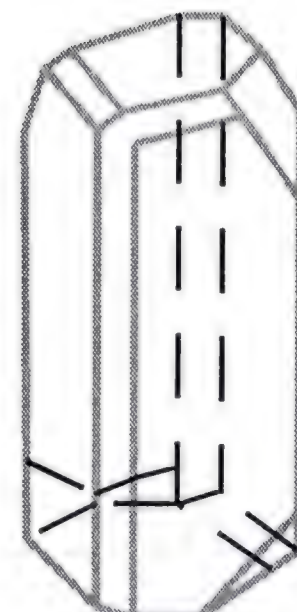
Вид сбоку



Вид сверху

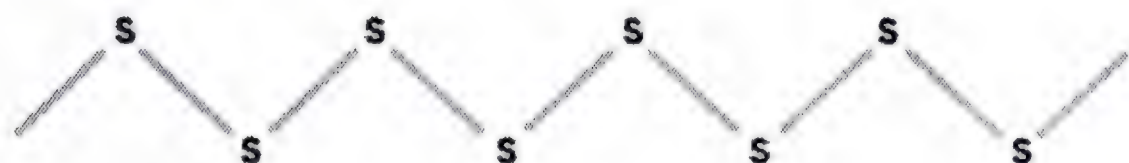


ромбическая

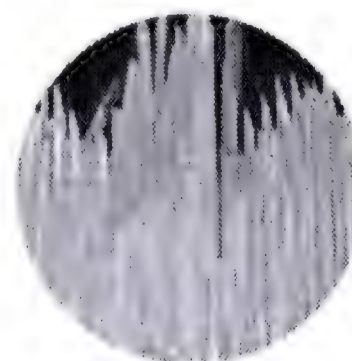
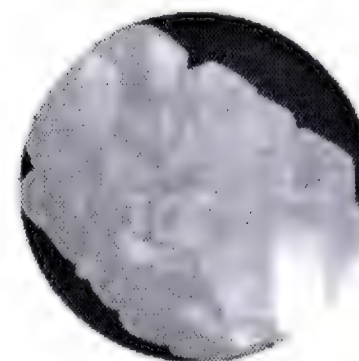
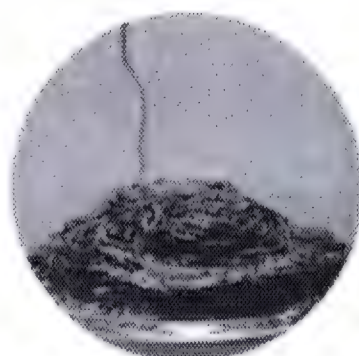


моноклинная

Пластическая сера



Пластическая

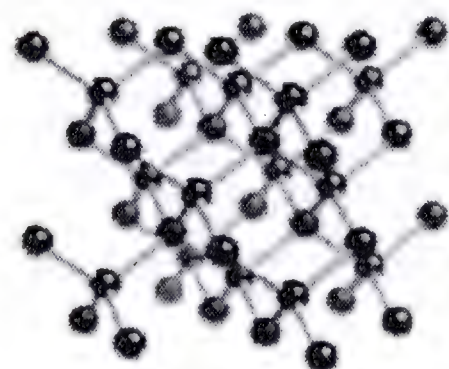


Пластическая и моноклинная сера неустойчивы и самопроизвольно превращаются в ромбическую

Аллотропные модификации углерода

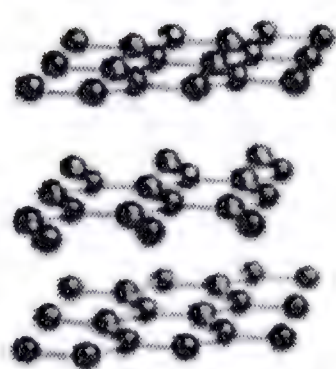
C

алмаз
(кубический)



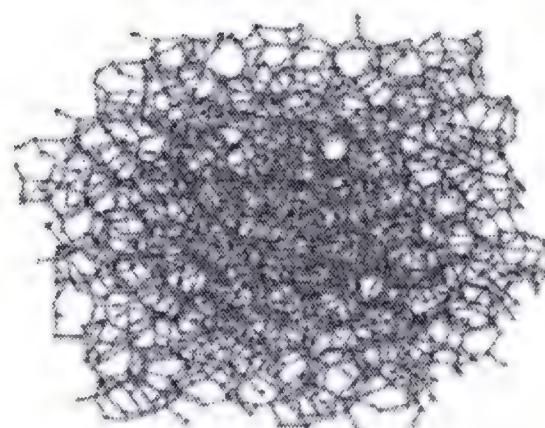
Самое твердое,
но хрупкое вещество

графит

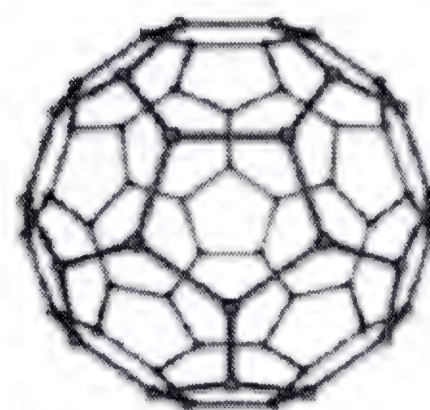


Хорошо проводит
электрический ток

аморфный
углерод

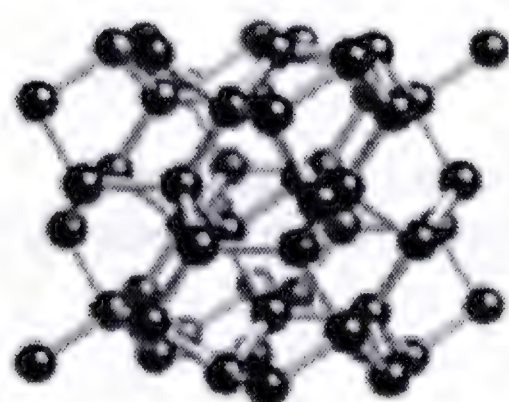


фуллерен



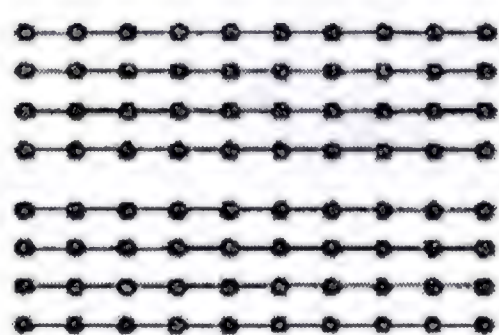
C₆₀, характерно
молекулярное
строение

Гексагональный
алмаз —
Лонсдейлит



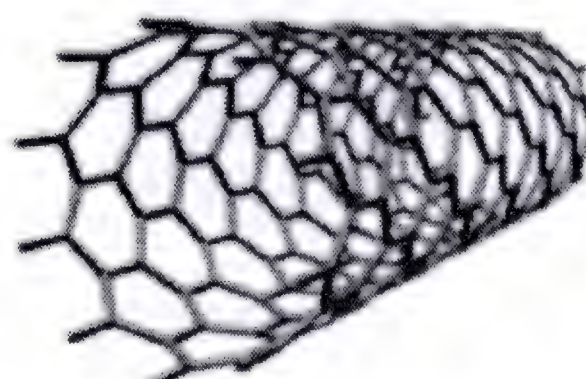
Мелкие кристаллы,
видимые только
под микроскопом

Карбин



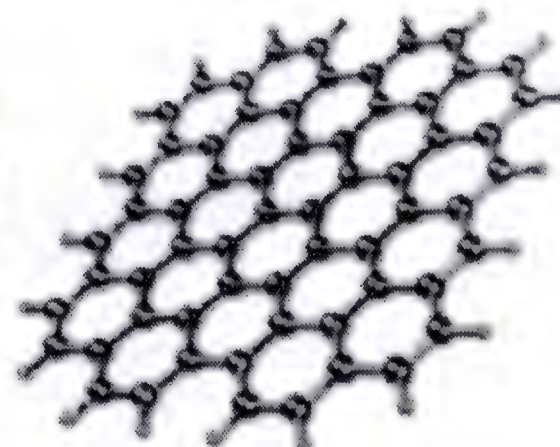
Порошок чёрного
цвета, полупроводник

Однослойная
углеродная
нанотрубка



Обладает высокой
прочностью,
полупроводник

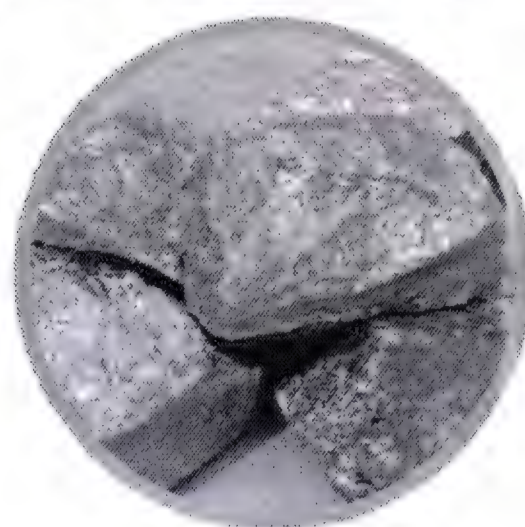
Графен



Обладает рекордно
высокой
теплопроводностью



Аморфный кремний
Порошок бурого цвета, более реакционно способен, чем кристаллический кремний



Кристаллический кремний
Вещество темно-серого цвета с металлическим блеском

Типы химических связей



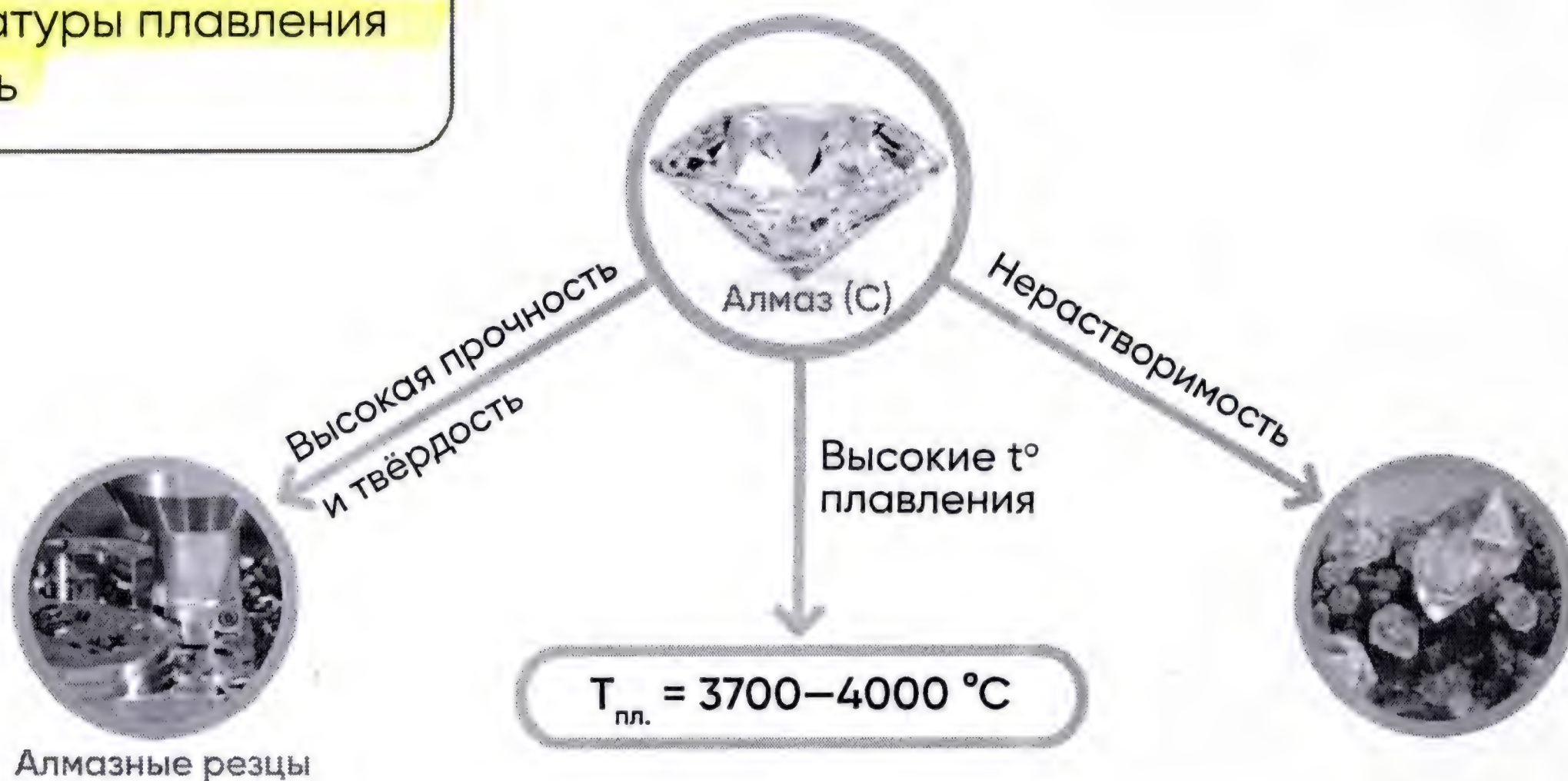
Типы кристаллических решеток



Атомная кристаллическая решетка

Свойства:

- высокая твёрдость и прочность
- высокие температуры плавления
- нерастворимость



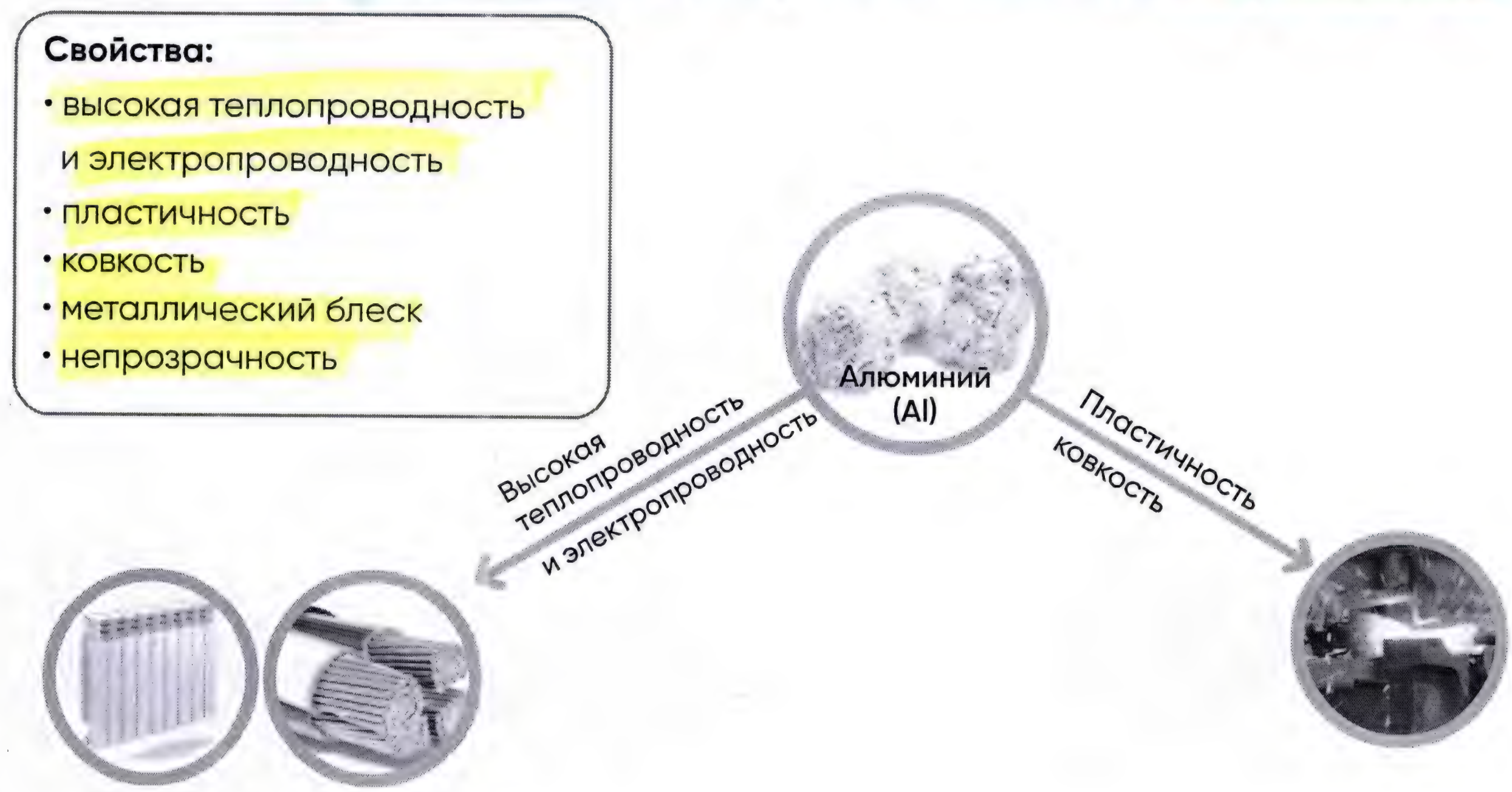
Ионная кристаллическая решетка



Молекулярная кристаллическая решетка



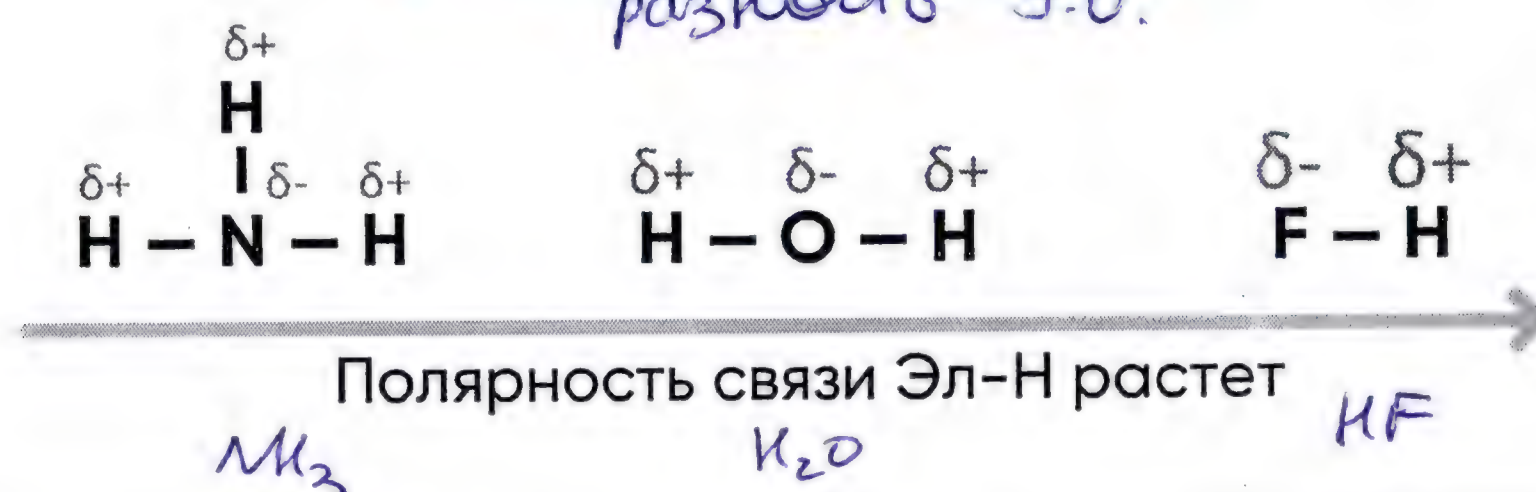
Металлическая кристаллическая решетка



Тип кристаллической решётки	Молекулярная	Атомная	Ионная	Металлическая
Тип связи	ковалентная полярная/неполярная	ковалентный полярная/неполярная	ионная	металлическая
В узлах кристаллической решётки	молекулы	атомы	ионы	атомы или ионы металла
Свойства	• небольшая твёрдость и прочность • хрупкость • низкая температура плавления • летучесть • в основном жидкости, газы	• высокая твёрдость и прочность • высокие температуры плавления • нерастворимость	• прочность и твёрдость ниже, чем у атомной • высокие температуры плавления • слабая летучесть • расплавы и растворы проводят электрический ток • хорошо растворимы в полярных растворителях • хрупкость	• высокая теплопроводность и электропроводность • пластичность • ковкость • металлический блеск • непрозрачность
Типичные представители	• неорганика: соединения неметаллов (искл. Si, C); C₆₀ (фуллерен), P белый (P₄), I₂, лед (H₂O), сера (S₈ – ромбическая и моноклинная) • органика: все вещества неионного строения, CH₃COOH, CH₄, CH₃-NH₂, HCHO	C (алмаз, графит), B, Si, SiO ₂ , SiC (карборунд), P чёрный, P красный, BN, B ₄ C	NH ₄ NO ₃ , NH ₄ Cl (все соли аммония), Na ₂ SO ₄ , BaO, KOH, CH ₃ COONa, PH ₄ Br	металлы и сплавы металлов

Полярность связи

разность Э.О.



Полярность связи ~ Разность электроотрицательностей

Длина и энергия связи

Длина связи — расстояние между ядрами химически связанных атомов.



Чем выше кратность связи, тем она короче

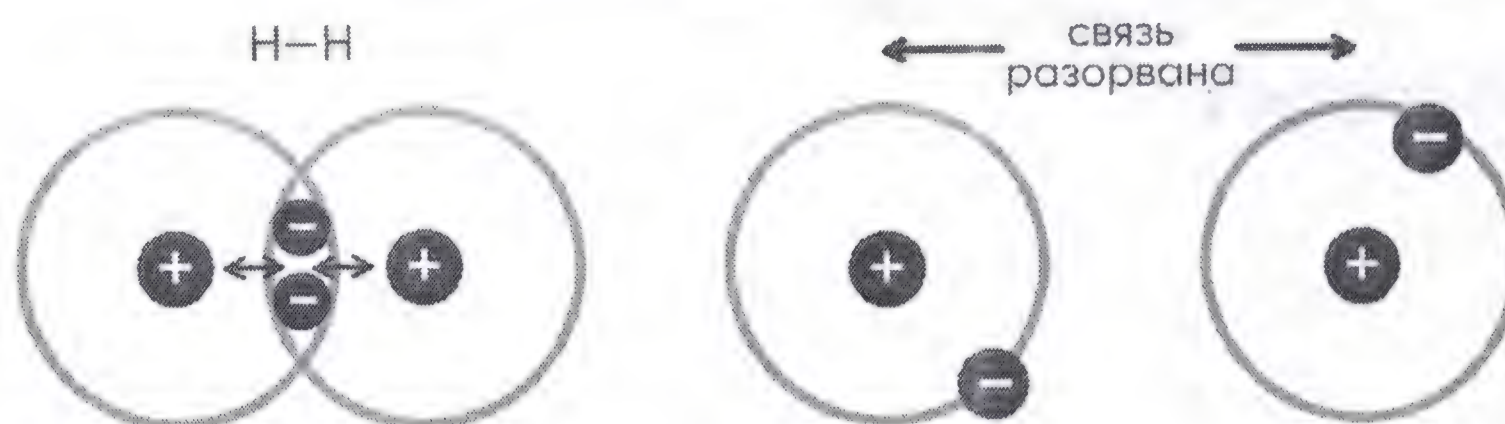
Связь	Длина (пм)
C—C	154
C=C	134
C≡C	121

Энергия связи

Энергия связи — это энергия, которую необходимо затратить для разрыва связи.

Чем выше кратность связи, тем больше нужно энергии затратить на её разрыв

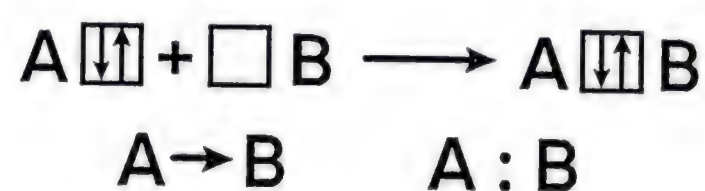
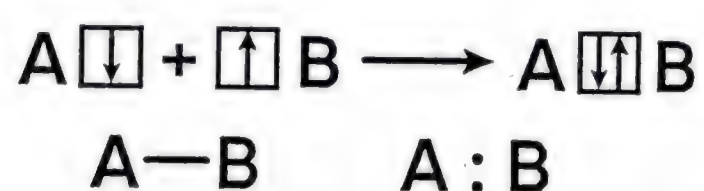
C—C	$E_{\text{связи}} = 343$ кДж/моль
C=C	$E_{\text{связи}} = 615$ кДж/моль
C≡C	$E_{\text{связи}} = 812$ кДж/моль



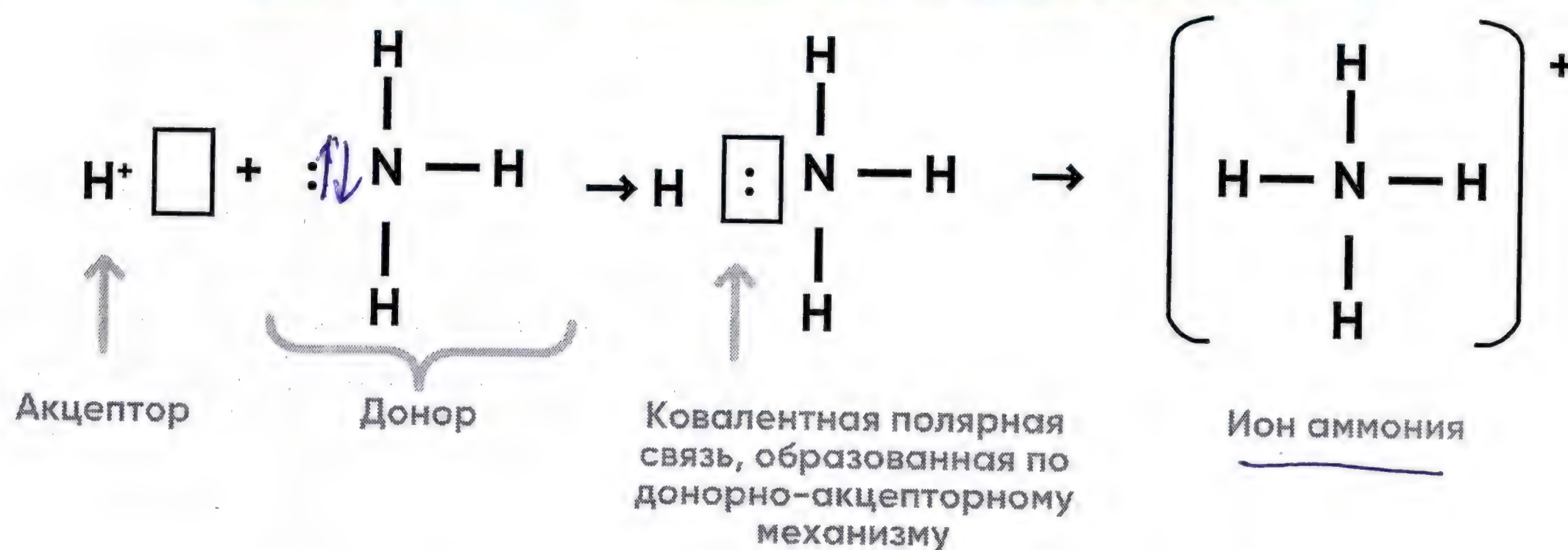
Механизмы образования ковалентной связи

Обменный

Донорно-акцепторный



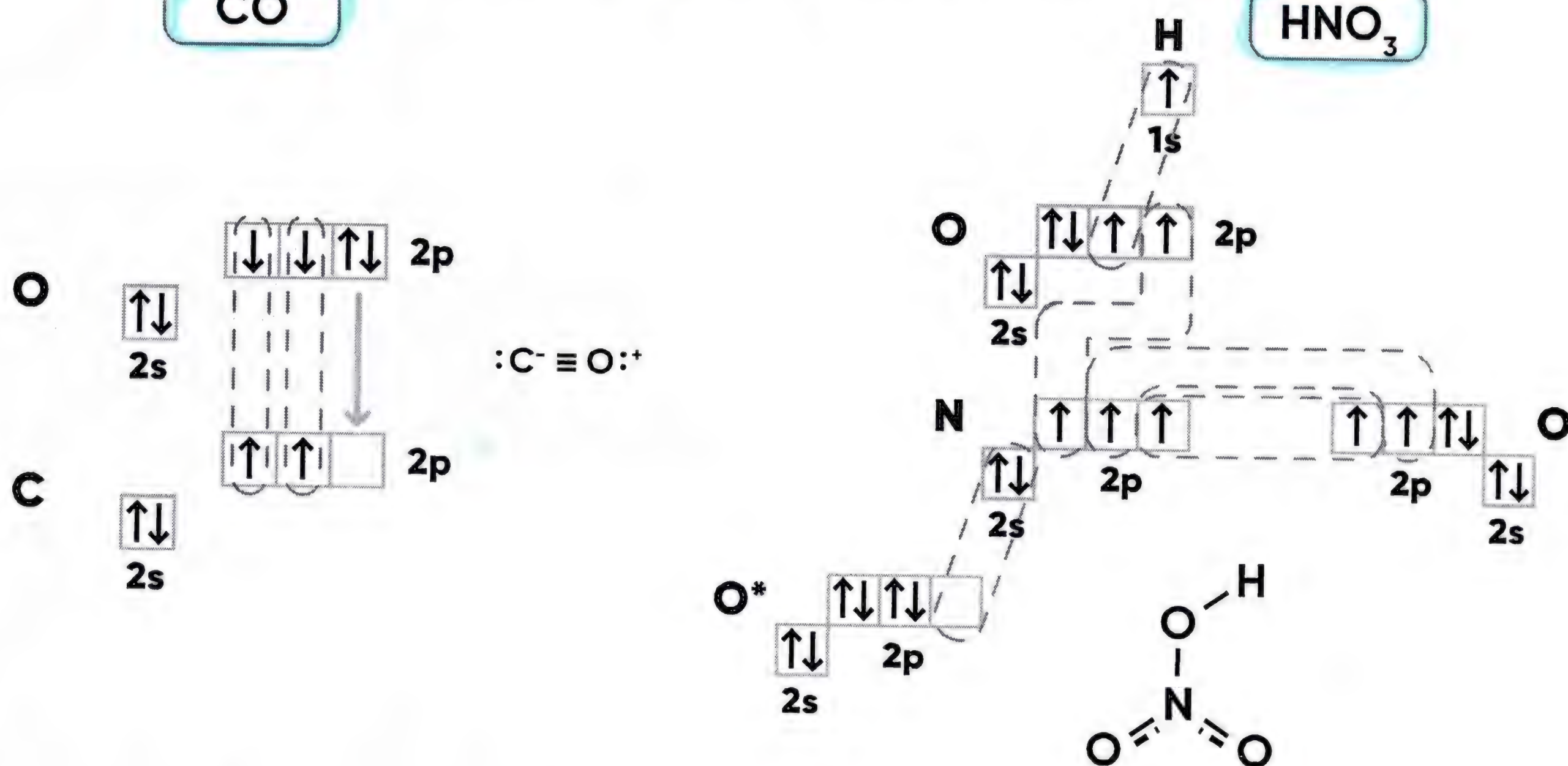
Донорно-акцепторный механизм



Угарный газ и азотная кислота: донорно-акцепторный механизм

CO

HNO₃



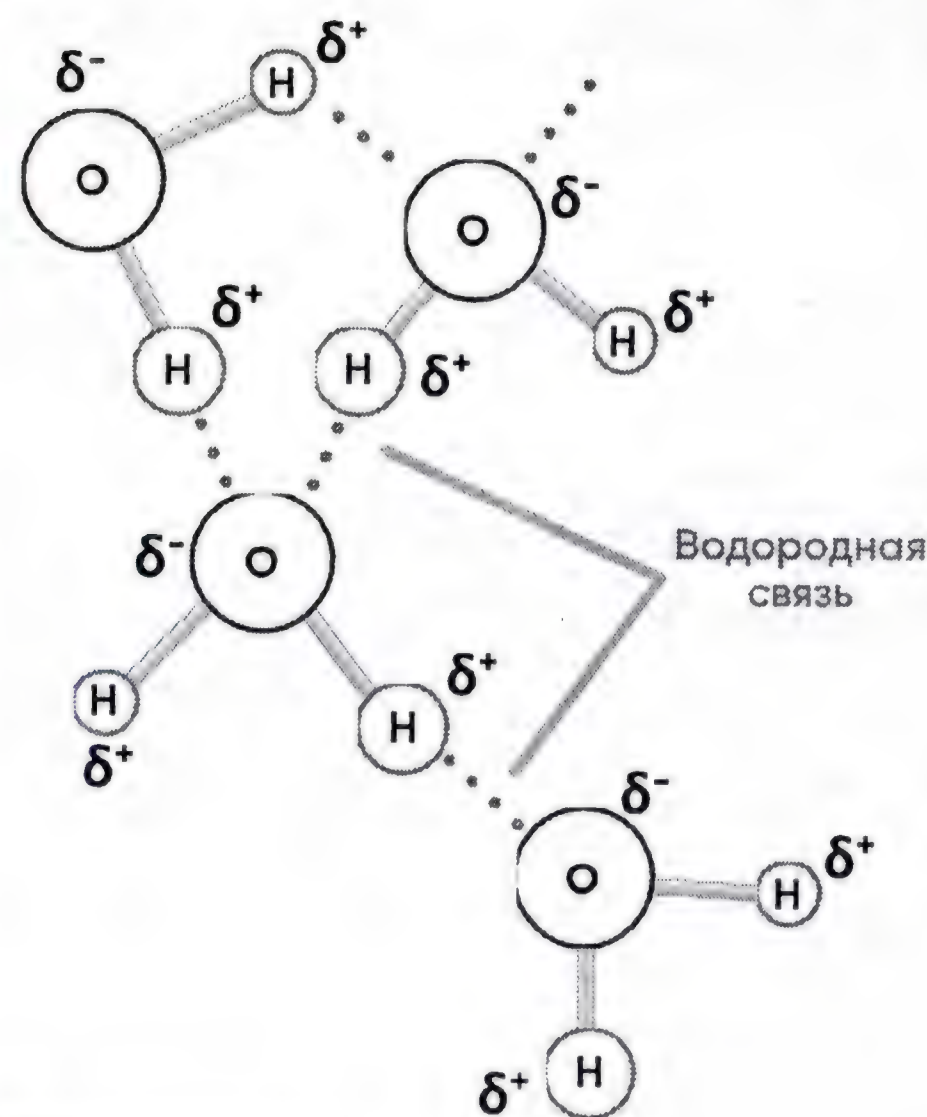
Вещества, в которых связь образована по донорно-акцепторному механизму

- CO
- NH₄⁺ (соли аммония, соли фосфония)
- Соли аминов ([CH₃-NH₃]⁺Cl⁻)
- Комплексные соединения (Na[Al(OH)₄], H₂[SiF₆])
- HNO₃ и нитраты
- O₃
- N₂O₅

Водородная связь

Нужен атом H, соединённый с сильно электроотрицательным атомом (O, F, N)

Если есть связи
N-H, O-H, F-H
— значит есть водородная связь!

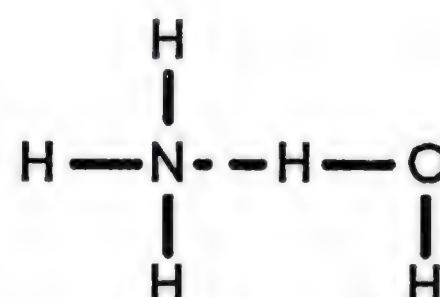
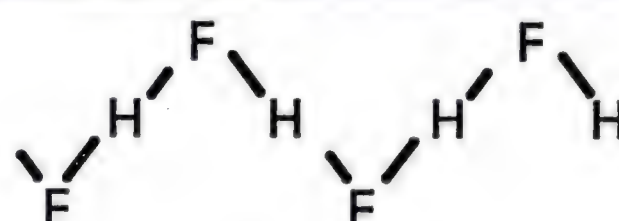


Водородная связь

Внутримолекулярная

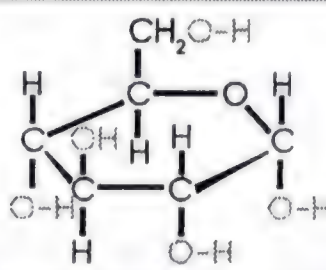
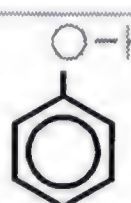
1. Внутри ДНК между азотистыми основаниями
2. Внутри белков (удержание витков спирали молекулы)

Межмолекулярная



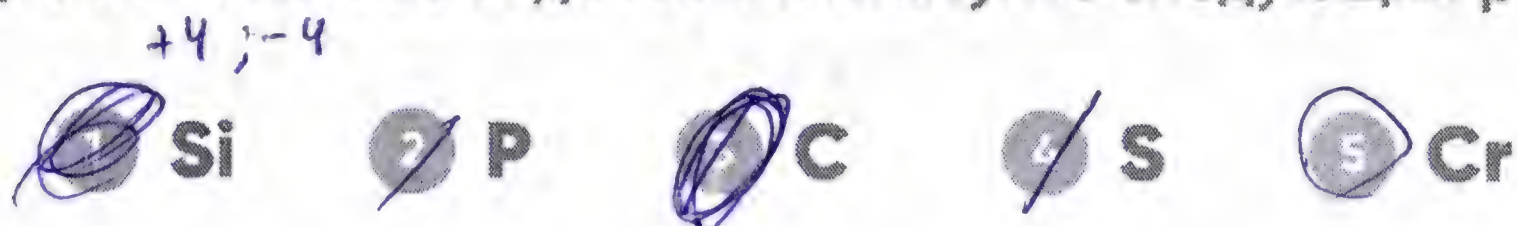
Вещества, где есть водородная связь

N-H
O-H
F-H

Неорганика	Органика
HF	Спирты: R-O-H
	Карбоновые кислоты: R-C(=O)-O-H
H ₂ O	Углеводы 
	Амины (кроме третичных): R-N-H
NH ₃	Аминокислоты: H-N-CH(R)-C(=O)-O-H
	Белки, ДНК
	Фенолы 

Задание 1 (3 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:



Ответ:

3 5

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, для которых характерны степени окисления +2 и +3. Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Задание 2 (3 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:



Ответ:

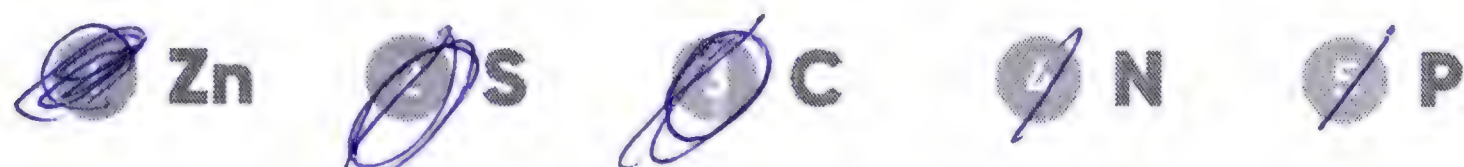
1 3

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях проявляют постоянную степень окисления. Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Задание 3 (3 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:



Ответ:

2 3

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в составе образованных ими анионов с общей формулой ЭO_x^{2-} могут иметь одинаковую степень окисления. Запишите в ответ номера выбранных элементов.



Задание 4 (3 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:



Ответ:

1 5

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, для которых характерно образование оксидов вида $\text{Э}_2\text{O}$. Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Задание 5 (3 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий ряд химических элементов:



Ответ:

1 4

Ответом в задании является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы в данном ряду.

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые образуют высший гидроксид вида HЭO_4 . Запишите в ответ номера выбранных элементов.

Задание 6 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества ионного строения, в составе которых присутствует ковалентная связь. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

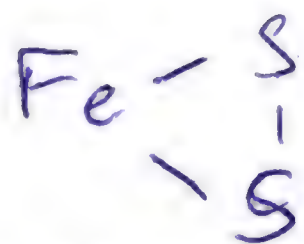
~~1.~~ NaH

2. K_2SO_4

~~3.~~ Zn

~~4.~~ CaO

5. FeS_2



Ответ:

2 5

Задание 7 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует химическая связь такого же типа, как связь в молекуле азота. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

~~1.~~ H_2O



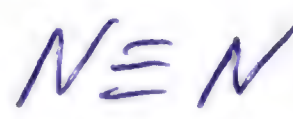
~~2.~~ CO_2



3. H_2O_2

~~4.~~ CH_4

5. C_2H_6



ковал. немет.

Ответ:

3 5

Задание 8 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, для которых характерен тот же тип кристаллической решётки, что и для чёрного фосфора. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

атомн.

1. C_{60}

2. B

3. HF

4. PH_4Cl

5. SiO_2

Ответ:

2 5

Задание 9 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два свойства, которые, как правило, характерны для веществ с ионной кристаллической решеткой. Запишите в ответ номера выбранных утверждений.

1. расплавы и растворы проводят электрический ток

2. имеют высокую температуру плавления

~~3.~~ летучие

~~4.~~ пластичные

~~5.~~ в узлах кристаллической решётки находятся молекулы

Ответ:

1 2

Задание 10 (4 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два ряда, в которых перечислены вещества с одинаковым типом кристаллической решетки. Запишите в ответ номера выбранных веществ.

~~1.~~ H_2O , SiC

2. SiO_2 , Si

~~3.~~ CO_2 , C (алмаз)

4. LiBr , PH_4NO_3

~~5.~~ H_2 , SiO_2

Ответ:

2 4

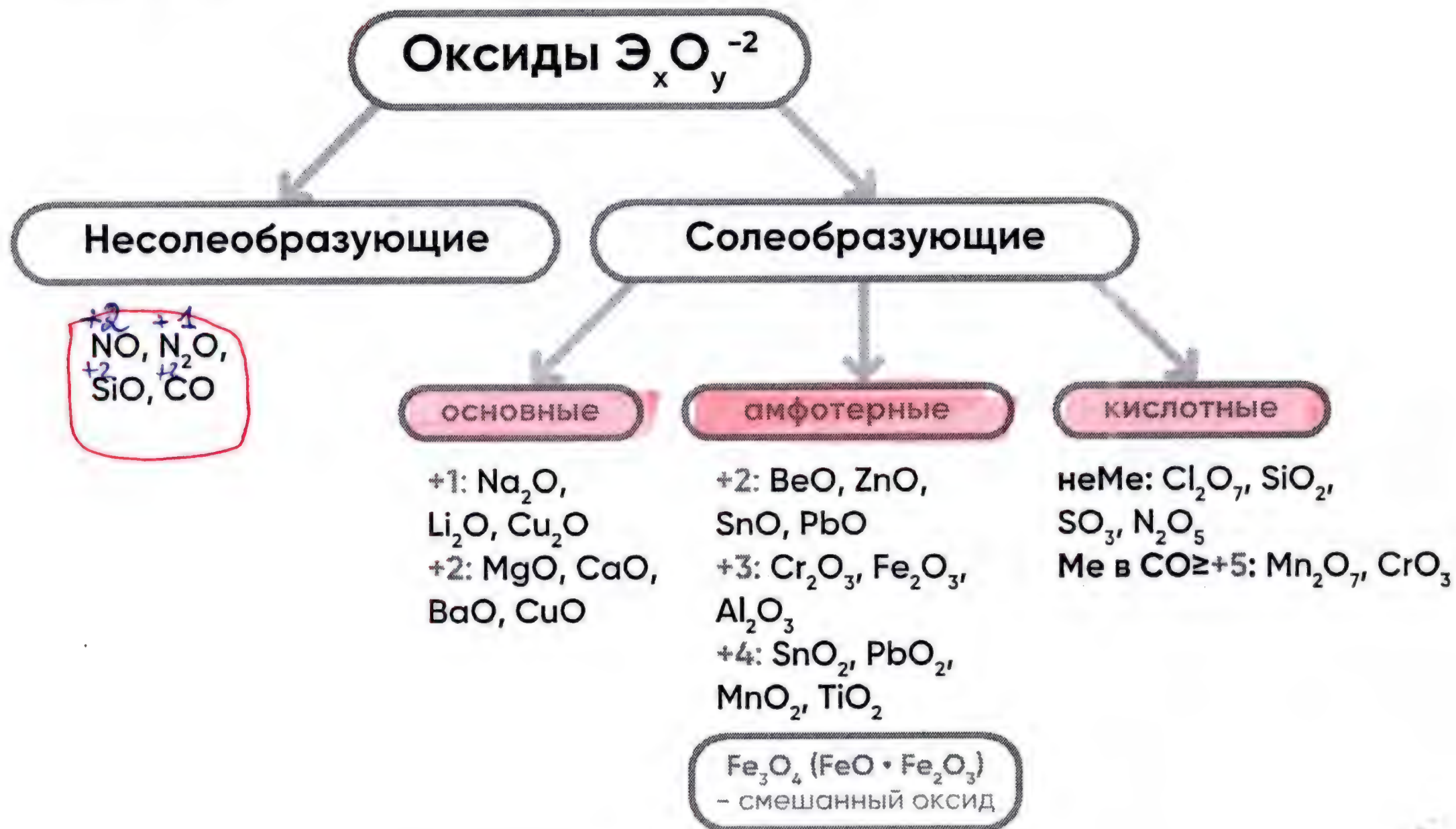
Классификация неорганических веществ



Оксиды – это соединения элемента с кислородом в степени окисления **-2**.

Пероксиды: Na_2O_2 , CaO_2 , BaO_2 и др.
 Супероксиды (надпероксиды): KO_2 , NaO_2 и др.
 Фториды кислорода: OF_2 , O_2F_2
 сюда НЕ относятся!

Отличия между оксидами, пероксидами и супероксидами

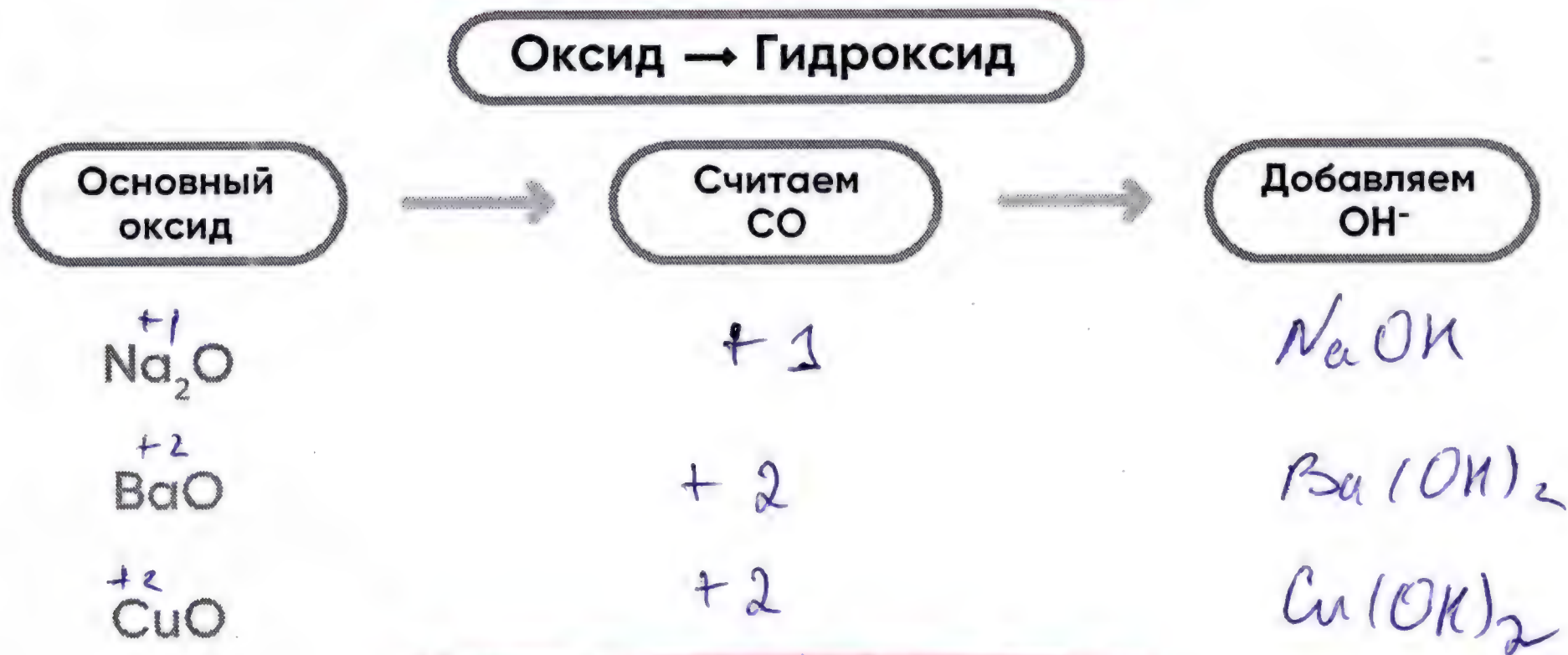




Классификация оснований



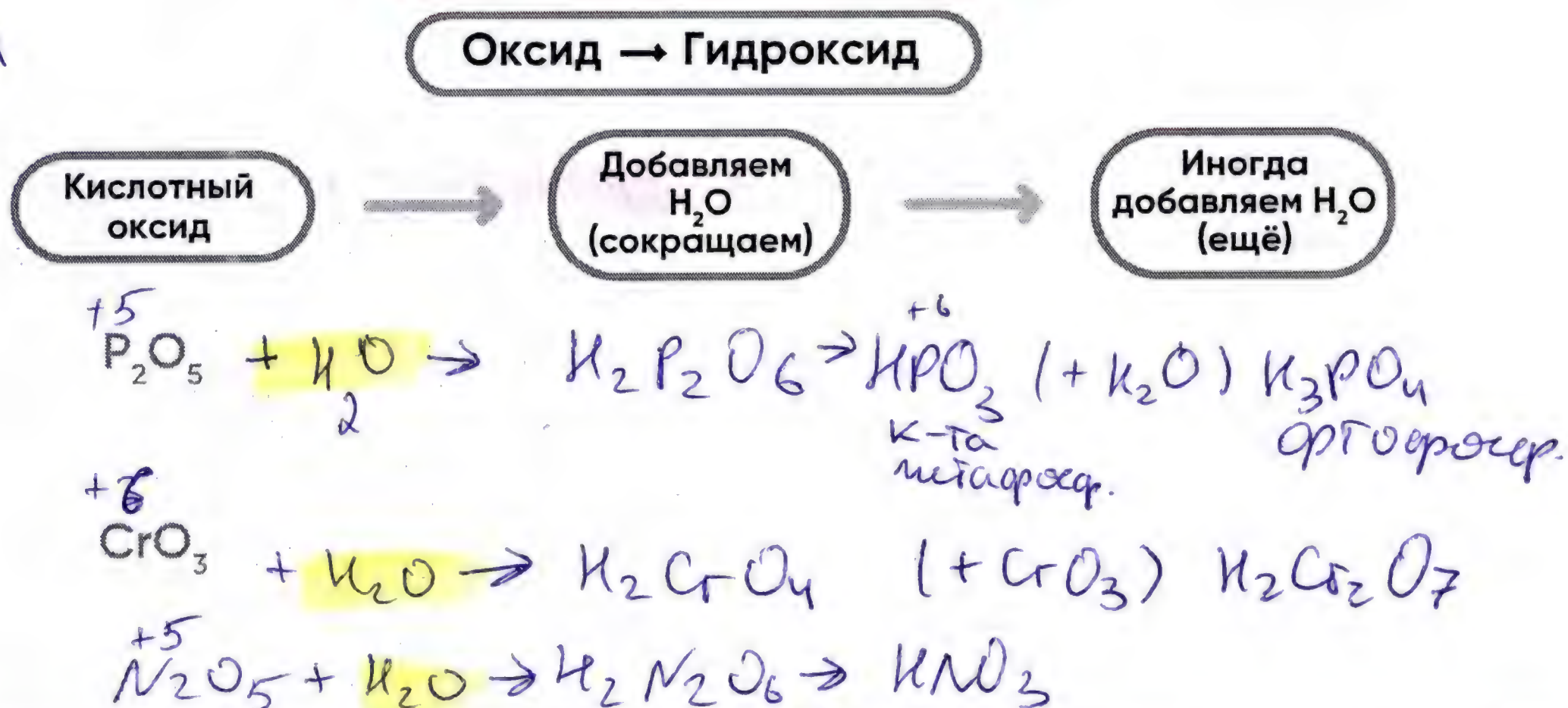
Основные оксиды



Кислотные оксиды

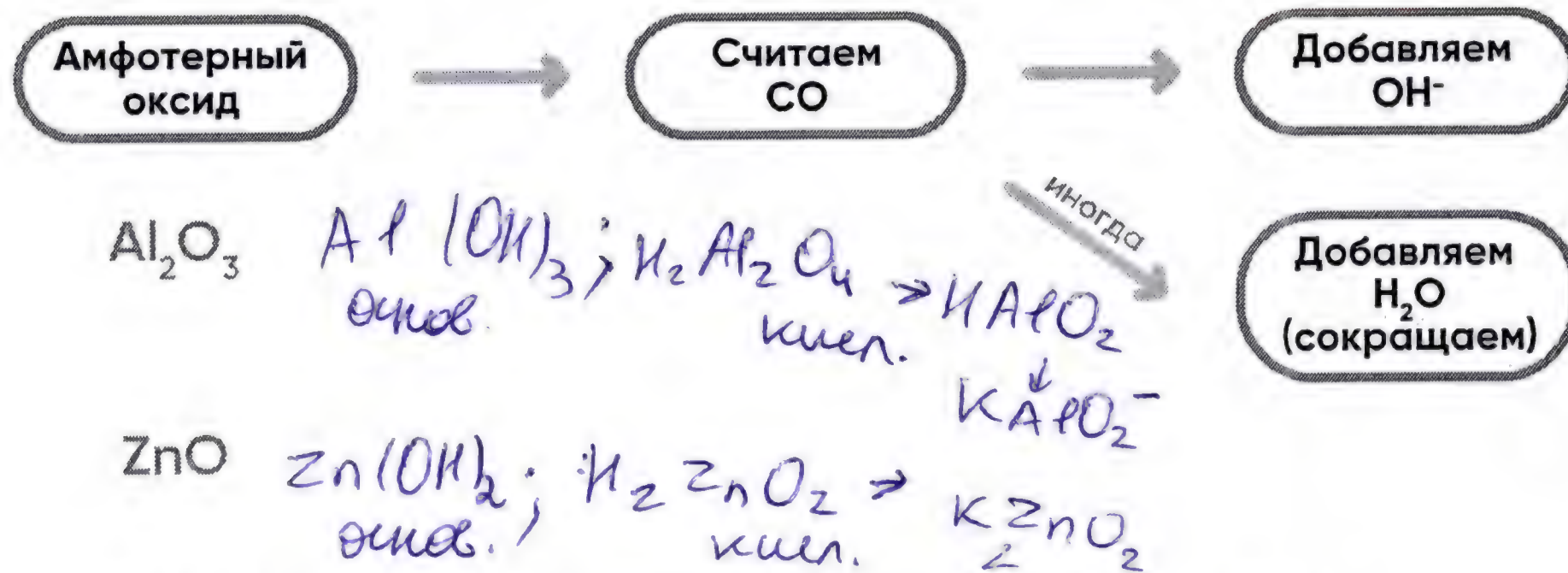
добавляем

H₂O!



Амфотерные оксиды

Оксид → Гидроксид

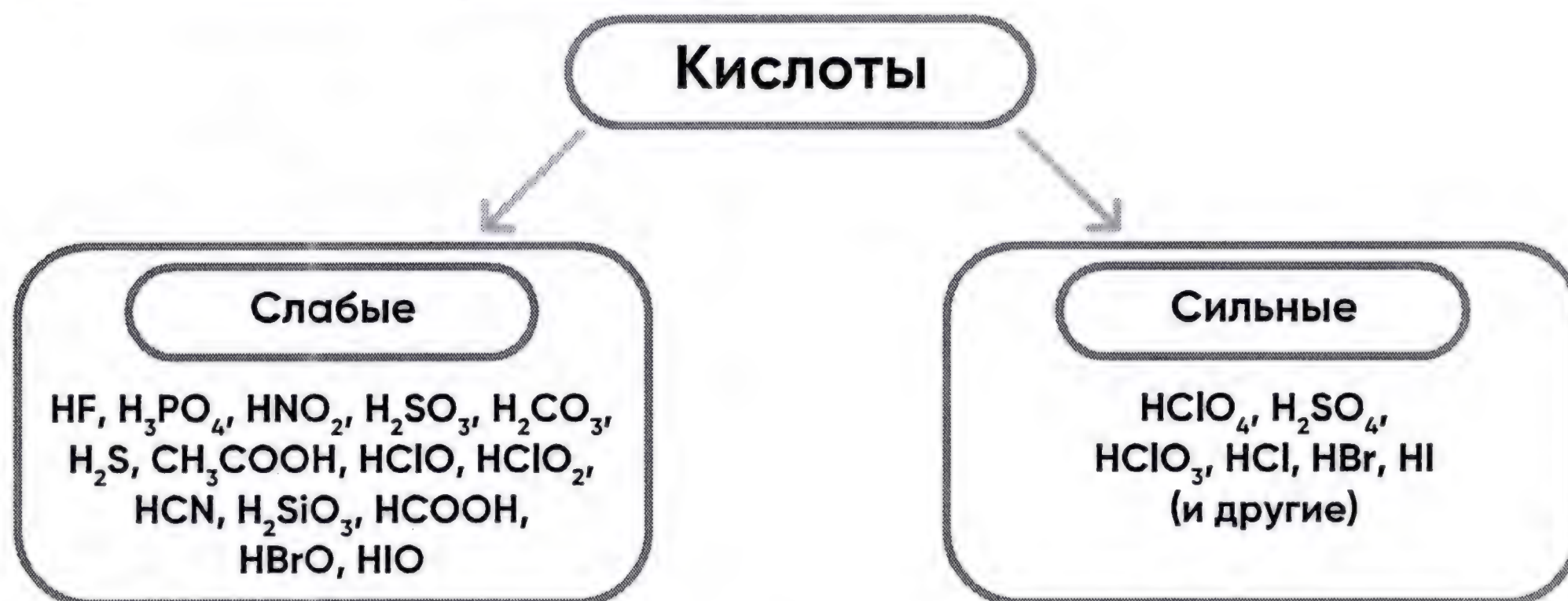
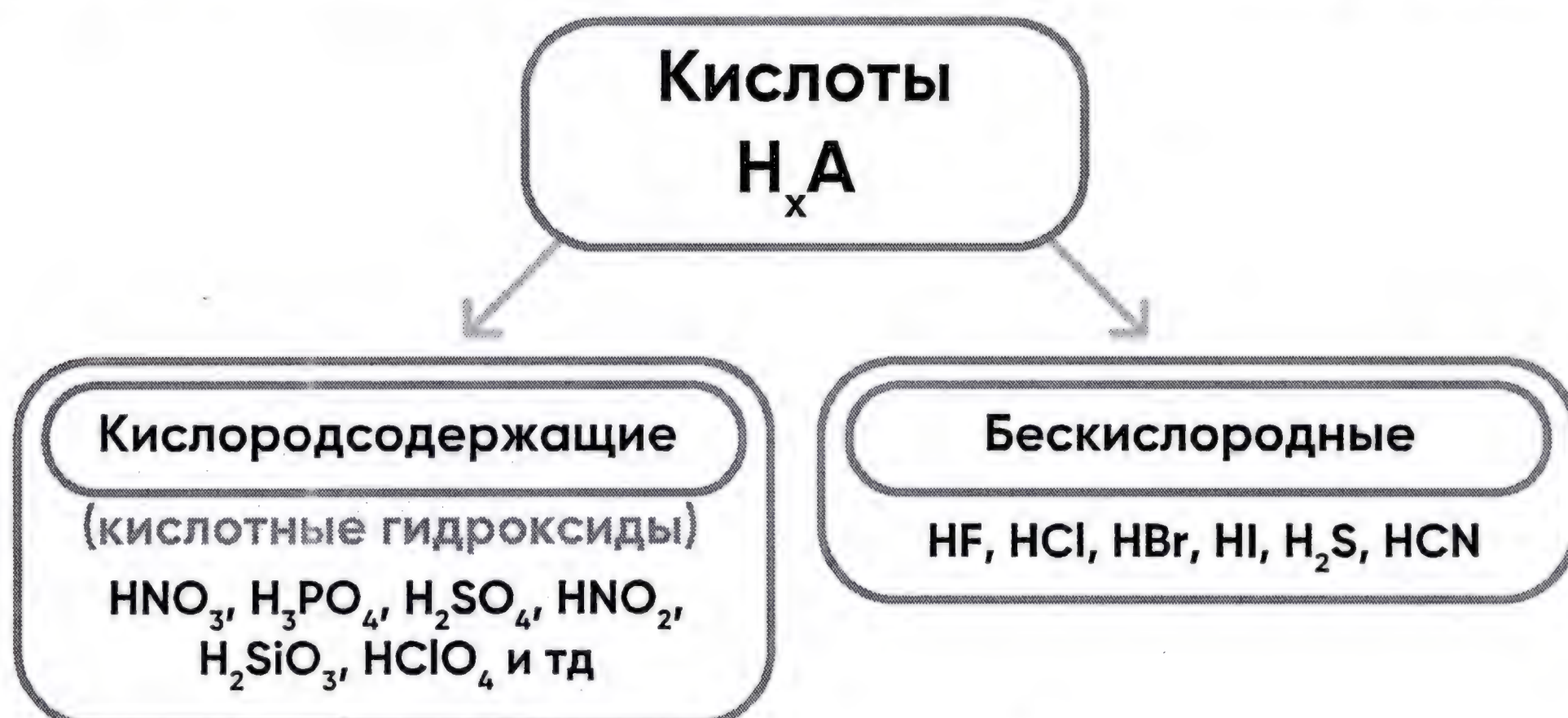
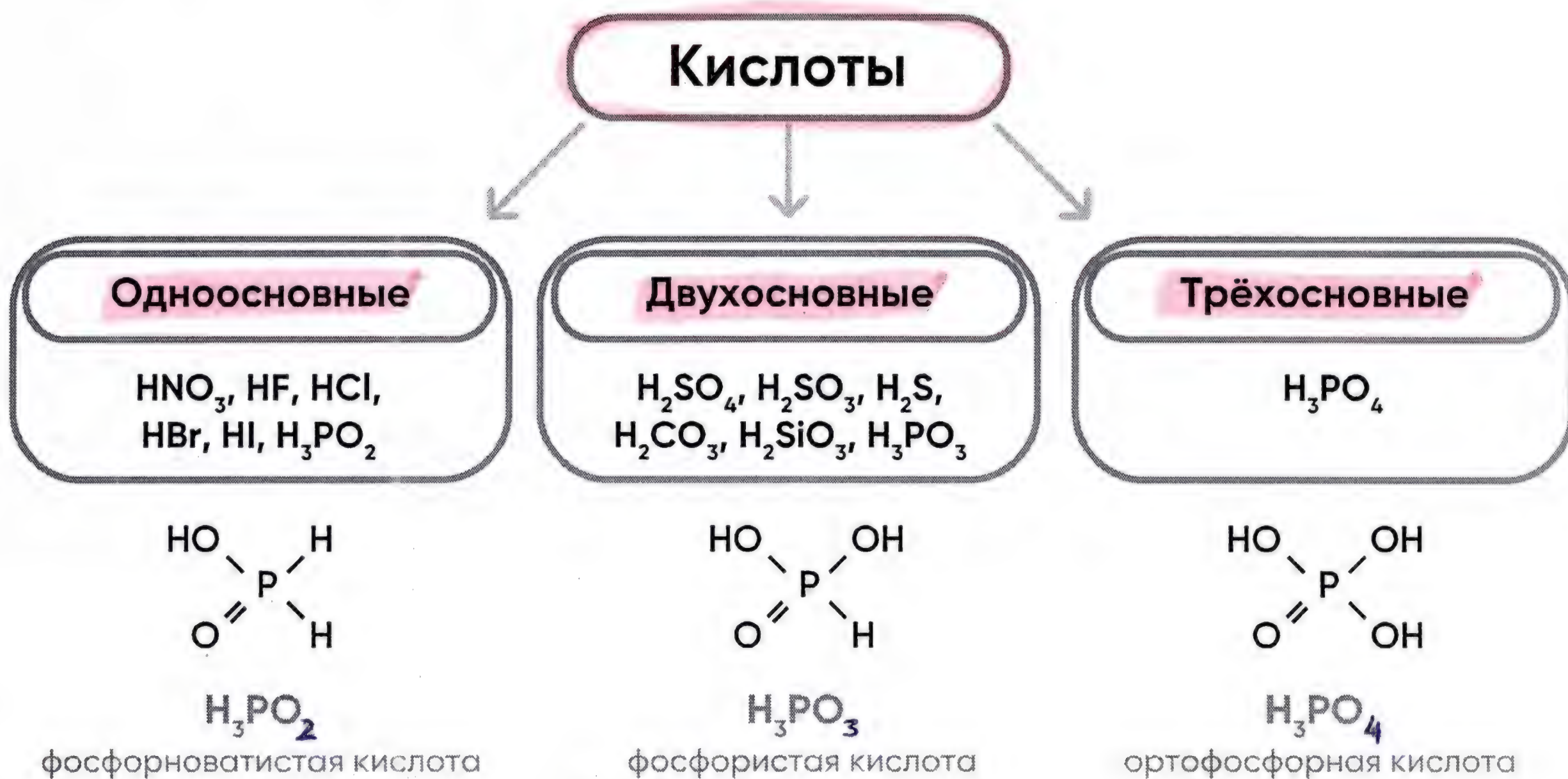


Тривиальные названия оксидов

Формула	Тривиальное название
CO	угарный газ
CO ₂	углекислый газ
SO ₂	сернистый газ
SO ₃	серный ангидрид
N ₂ O	веселящий газ, закись азота
NO ₂	бурый газ, лисий хвост
SiO ₂	кварц, кремнезём
CaO	негашеная известь
MgO	жженая магнезия
Al ₂ O ₃	корунд (рубин, сапфир), глинозём (составная часть минерала)
Fe ₃ O ₄	железная окалина (входит в состав минерала магнетита – магнитного железняка)
Fe ₂ O ₃	гематит

Тривиальные названия гидроксидов

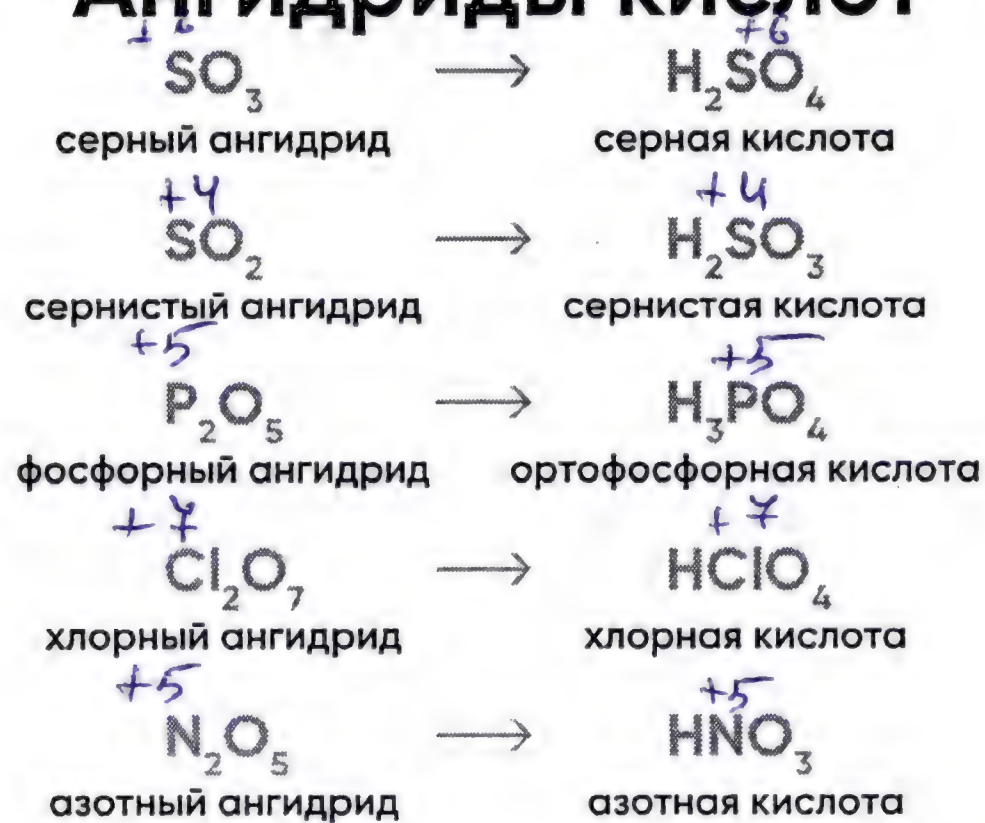
Формула	Тривиальное название
KOH	едкое кали
NaOH	едкий натр, каустическая сода
Ca(OH)_2	гашёная известь
Прозрачный водный раствор Ca(OH)_2	известковая вода
Взвесь тв. Ca(OH)_2 в водном растворе	известковое молоко
Ba(OH)_2	баритовая вода
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (NH_4OH)	нашатырный спирт



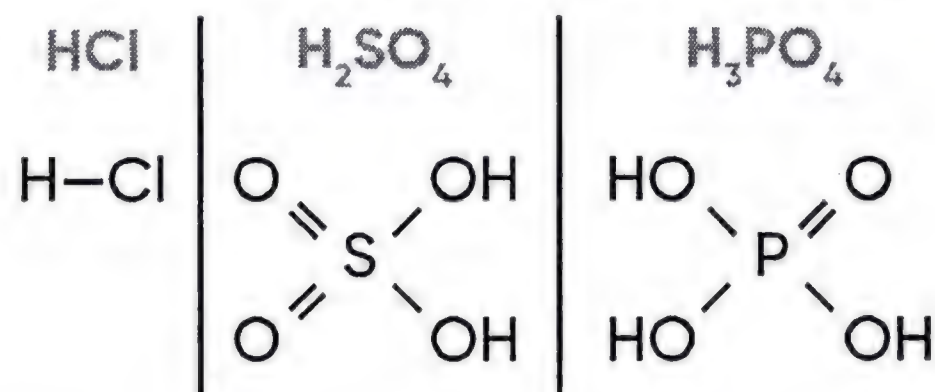
Названия кислот

Формула	Название кислоты	Формула	Название кислоты	Формула	Название кислоты
HF	Фтороводородная, плавиковая	HPO_3	Метафосфорная	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромовая
HCl	Хлороводородная, соляная	H_3PO_2	Фосфорноватистая	HMnO_4	Марганцовая
HBr	Бромоводородная	H_3PO_3	Фосфористая	HClO	Хлорноватистая
HI	Йодоводородная	H_3AsO_4	Мышьяковая	HClO_2	Хлористая
H_2S	Сероводородная	H_2SO_3	Сернистая	HClO_3	Хлорноватая
HCN	Цианистоводородная, синильная	H_2SO_4	Серная	HClO_4	Хлорная
HNO_2	Азотистая	H_2CO_3	Угльная	HCOOH	Метановая, муравьиная
HNO_3	Азотная	H_2SiO_3	Кремниевая	CH_3COOH	Этановая, уксусная
H_3PO_4	Ортофосфорная	H_2CrO_4	Хромовая	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Этандиовая, щавелевая

Ангидриды кислот



Взаимосвязь кислот и солей

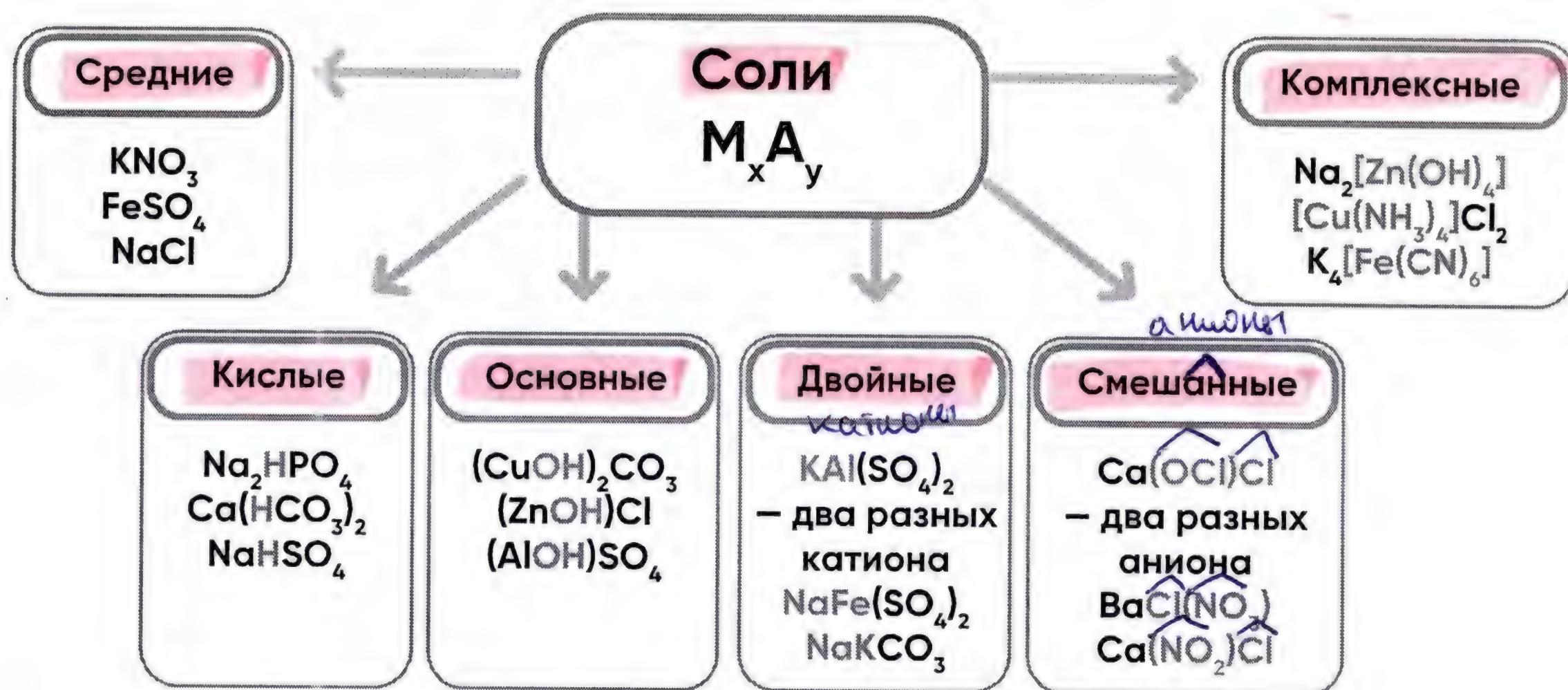


Формула	Название кислоты	Формула кислотного остатка	Название кислотного остатка
HF	Фтороводородная, плавиковая	F ⁻	Фторид
HCl	Хлороводородная, соляная	Cl ⁻	Хлорид
HBr	Бромоводородная	Br ⁻	Бромид
HI	Йодоводородная	I ⁻	Иодид
H ₂ S	Сероводородная	S ²⁻	Сульфид
HCN	Цианистоводородная, синильная	CN ⁻	Цианид
HNO ₂	Азотистая	NO ₂ ⁻	Нитрит
HNO ₃	Азотная	NO ₃ ⁻	Нитрат
H ₃ PO ₄	Ортофосфорная	PO ₄ ³⁻	Фосфат
HPO ₃	Метафосфорная	PO ₃ ⁻	Метафосфат
H ₃ PO ₂	Фосфорноватистая	H ₂ PO ₂ ⁻	Гипофосфит
H ₃ PO ₃	Фосфористая	HPO ₃ ²⁻	Фосфит
H ₃ AsO ₄	Мышьяковая	AsO ₄ ³⁻	Арсенат
H ₂ SO ₃	Сернистая	SO ₃ ²⁻	Сульфит
H ₂ SO ₄	Серная	SO ₄ ²⁻	Сульфат
H ₂ CO ₃	Угльная	CO ₃ ²⁻	Карбонат
H ₂ SiO ₃	Кремниевая	SiO ₃ ²⁻	Силикат
H ₂ CrO ₄	Хромовая	CrO ₄ ²⁻	Хромат
H ₂ Cr ₂ O ₇	Дихромовая	Cr ₂ O ₇ ²⁻	Дихромат
HMnO ₄	Марганцовая	MnO ₄ ⁻	Перманганат
HClO	Хлорноватистая	ClO ⁻	Гипохлорит
HClO ₂	Хлористая	ClO ₂ ⁻	Хлорит
HClO ₃	Хлорноватая	ClO ₃ ⁻	Хлорат
HClO ₄	Хлорная	ClO ₄ ⁻	Перхлорат
HCOOH	Метановая, муравьиная	HCOO ⁻	Формиат
CH ₃ COOH	Этановая, уксусная	CH ₃ COO ⁻	Ацетат
H ₂ C ₂ O ₄	Этандиовая, щавелевая	C ₂ O ₄ ²⁻	Оксалат

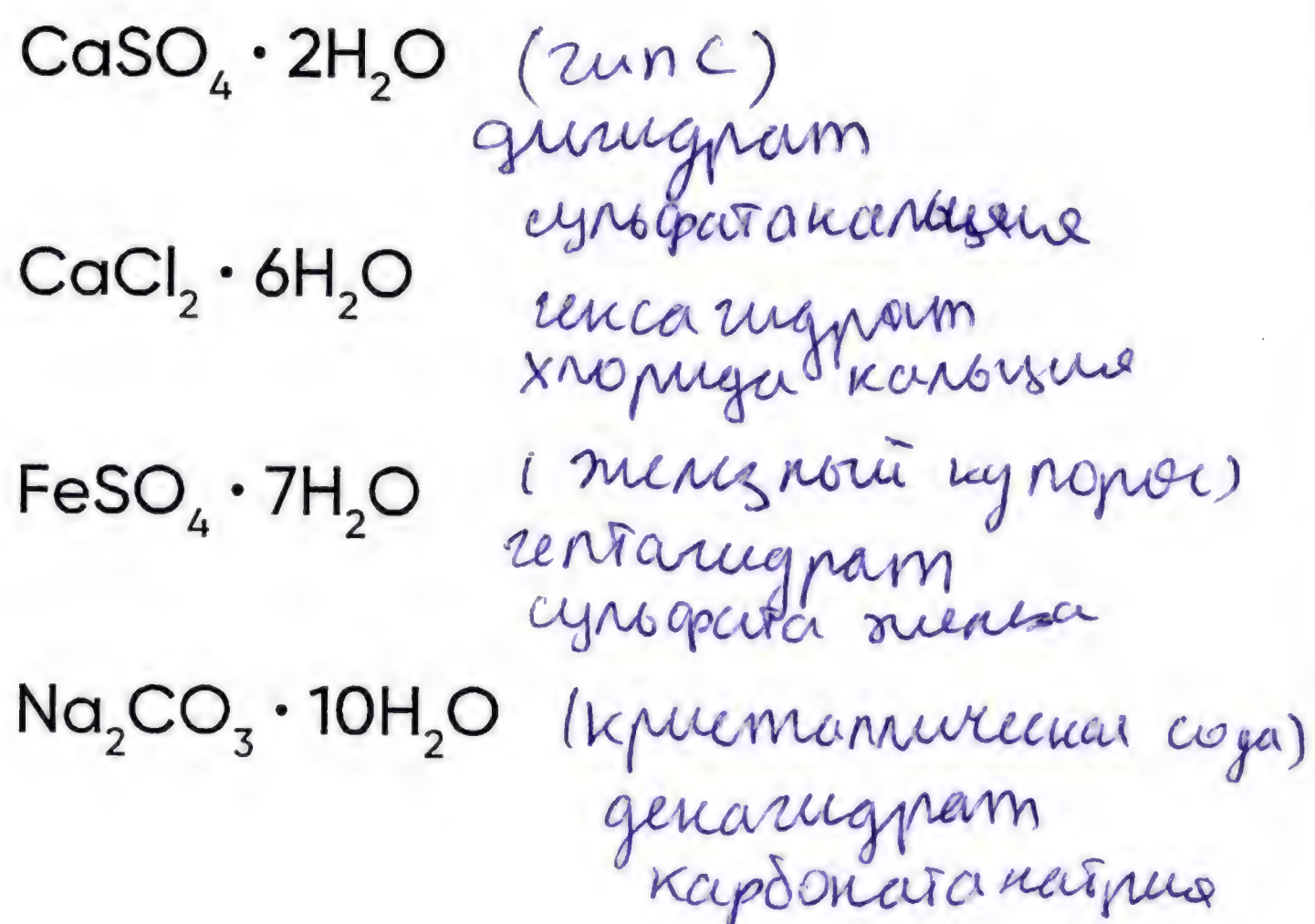
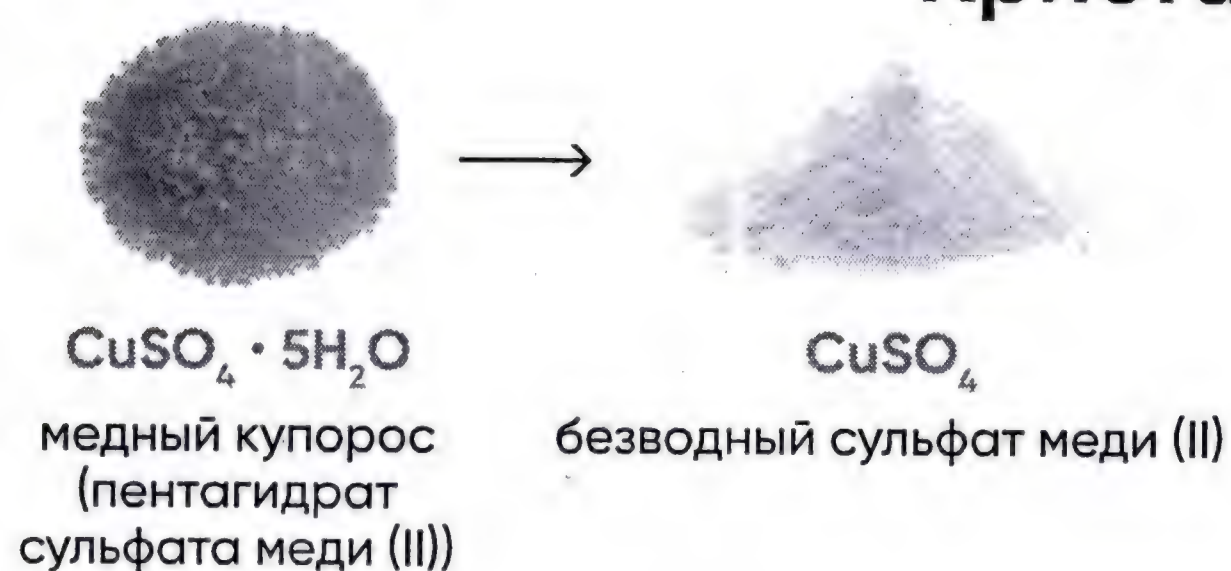
NaAlO₂ — алюминат натрия

Na₂ZnO₂ — цинкат натрия

NaCrO₂ — хромит натрия



Кристаллогидраты



Названия приставок

1 — моно-	6 — гекса-
2 — ди-	7 — гепта-
3 — три-	8 — окта-
4 — тетра-	9 — нона-
5 — пента-	10 — дека-

Бинарные соединения

Оксиды — Na_2O , BaO
 Пероксиды — Na_2O_2 , BaO_2
 Супероксиды — NaO_2 , KO_2
 Галогениды (галогиды) — KCl , CaF_2
 Сульфиды — MnS , Al_2S_3
 Гидриды — LiH , CaH_2

Нитриды — Na_3N^{-3} , AlN^{-3}
 Карбиды — Be_2C , CaC_2
 Фосфиды — Ca_3P_2 , Na_3P
 Бориды — AlB , Mg_3B_2
 Силициды — Mg_2Si , Al_4Si_3

N⁰ гр - 8

Тривиальные названия бинарных соединений

Формула	Тривиальное название
SiC <i>атомная кр.р.</i>	карборунд
CaC_2	ацетиленид кальция
PH_3	фосфин
NH_3	аммиак
SiH_4	силан
H_2O_2	перекись водорода

Тривиальные названия солей

Формула	Тривиальное название
NaCl	поваренная соль
K_2CO_3	поташ
Na_2CO_3	кальцинированная сода
NaHCO_3	пищевая (питьевая) сода
NH_4NO_3	аммиачная селитра
KNO_3	калиевая (индийская) селитра
NaNO_3	натриевая (чилийская) селитра
NH_4Cl	нашатырь
KClO_3	бертолетова соль
FeCl_3	хлорное железо
FeCl_2	хлористое железо
FeS_2	пирит, <u>железный колчедан</u>
CaCO_3	мел, мрамор, известняк
$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	малахит
$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$	криолит
$\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$	хлорная известь
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	фосфорит, апатит

Тривиальные названия кристаллогидратов

Формула	Тривиальное название
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	кристаллическая сода
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	гипс
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	медный купорос
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	глауберова соль
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	железный купорос
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	двойной суперфосфат

Важно!

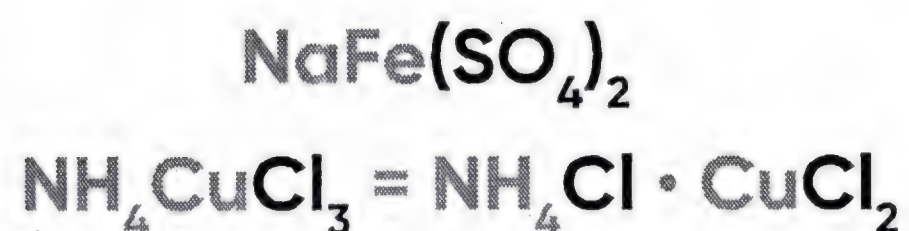
NaOH — каустическая сода

Na_2CO_3 — кальцинированная сода

NaHCO_3 — пищевая (питьевая) сода

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ — кристаллическая сода

Смешанные vs Двойные соли

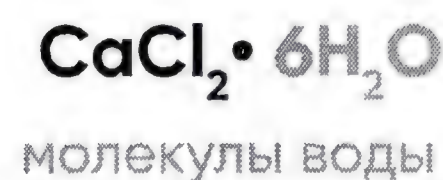
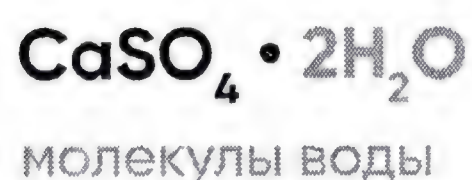


двойная соль
два катиона



смешанная соль
два аниона

Комплексные соли и кристаллогидраты



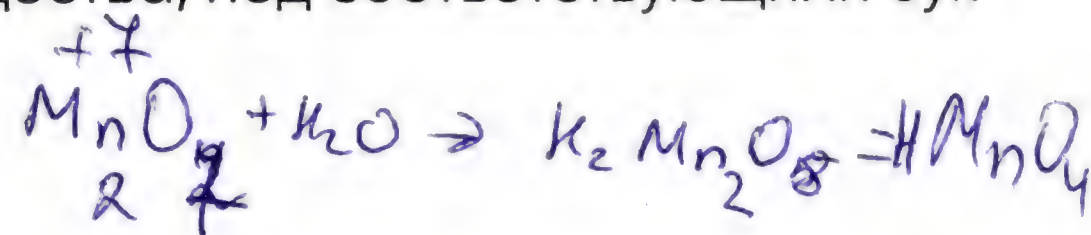
Задание 1 (5 КИМ)

Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы:

А) кислотного гидроксида ~~Б) амфотерного гидроксида~~ ~~В) основного гидроксида~~

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. H_2ZnO_2	2. $\text{Sr}(\text{OH})_2$	3. HMnO_4
4. SO_3	5. H_3P	6. ZnO
7. S	8. HCl	9. H_2O



Ответ:

А	Б	В
3	1	2

Задание 2 (5 КИМ)

Среди предложенных тривиальных названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите названия:

А) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ Б) CaO В) NaOH

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

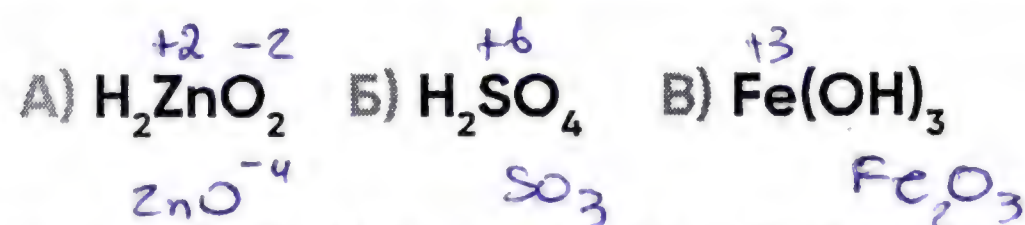
1. гематит	2. известковое молоко	3. едкое кали
4. гашеная известь	5. баритовая вода	6. кремнезем
7. негашеная известь	8. каустическая сода	9. жженая магнезия

Ответ:

А	Б	В
5	7	8

Задание 3 (5 КИМ)

Среди предложенных общих формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите общие формулы оксидов, соответствующих гидроксидам:



Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

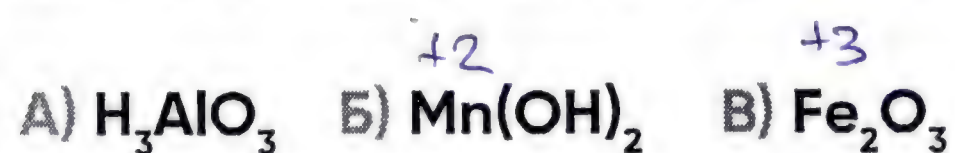
1. ЭO	2. $\text{Э}_2\text{O}_3$	3. $\text{Э}_2\text{O}_2$
4. ЭO_3	5. ЭO_2	6. $\text{Э}_2\text{O}_5$
7. $\text{Э}_2\text{O}_7$	8. ЭO_4	9. $\text{Э}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В
1	4	2

Задание 4 (5 КИМ)

Среди предложенных классов веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите классы следующих веществ:



Ответ:

А	Б	В
7	1	6

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. основный гидроксид	2. кислотный гидроксид	3. смешанный оксид
4. кислотный оксид	5. надпероксид	6. амфотерный оксид
7. амфотерный гидроксид	8. основный оксид	9. пероксид

Задание 5 (5 КИМ)

Среди предложенных общих формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите общие формулы гидроксидов, соответствующих оксидам:



Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. $\text{Э}(\text{OH})_2$	2. $\text{Э}(\text{OH})_3$	3. HЭO
4. $\text{H}_3\text{ЭO}_2$	5. $\text{H}_2\text{Э}_2\text{O}_7$	6. $\text{H}_2\text{ЭO}_3$
7. HЭO_3	8. $\text{H}_2\text{ЭO}_7$	9. HЭO_4

Ответ:

А	Б	В
5	3	1

Задание 6 (5 КИМ)

Среди предложенных классов веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите классы следующих веществ:

$\overset{+4}{\text{Sn}}\overset{-2}{\text{O}_2}$ $\overset{+2}{\text{Cu}}(\text{OH})_2$ $\overset{+1}{\text{Ag}}_2\text{O}$
 А) оксид олова (IV) Б) гидроксид меди (II) В) оксид серебра (I)

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. <u>основный</u> гидроксид	2. кислотный гидроксид	3. смешанный оксид
4. кислотный гидроксид	5. пероксид	6. надпероксид
7. амфотерный гидроксид	8. <u>основный</u> оксид	9. <u>амфотерный</u> оксид

Ответ:

А Б В
 9 1 8

Задание 7 (5 КИМ)

Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы оксидов, соответствующих общим формулам гидроксидов:

$\overset{+7}{\text{Mn}}\overset{-2}{\text{O}_7}$ $\overset{+3}{\text{Cr}}\overset{-2}{\text{O}_3}$ $\overset{+6}{\text{Cr}}\overset{-2}{\text{O}_4}$
 А) $\text{H}\overset{+7}{\text{Mn}}\overset{-2}{\text{O}_4}$ Б) $\text{H}_3\overset{+3}{\text{Cr}}\overset{-2}{\text{O}_3}$ В) $\text{H}_2\overset{+6}{\text{Cr}}\overset{-2}{\text{O}_4}$

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. Mn_2O_7	2. Cr_2O_3	3. Cl_2O
4. As_2O_5	5. ZnO	6. SnO_2
7. P_2O_5	8. CO_2	9. CrO_3

А Б В
 1 2 9

Задание 8 (5 КИМ)

Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы гидроксидов, соответствующих общим формулам оксидов:

А) Al_2O_3 Б) SiO_2 В) SrO

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

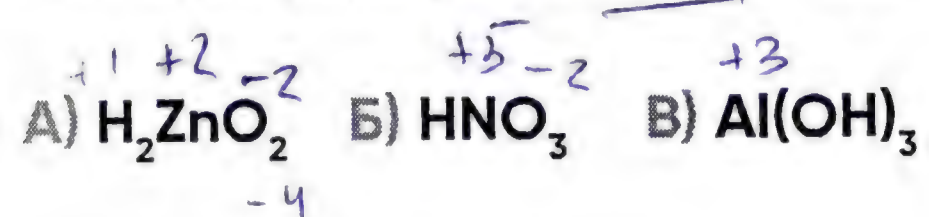
1. H_3SiO_3	2. HSiO_4	3. $\text{Al}(\text{OH})_3$
4. $\text{Sr}(\text{OH})_2$	5. H_2SiO_3	6. HSrO_2
7. HAlO_3	8. SrOH	9. $\text{Al}(\text{OH})_2$

Ответ:

А Б В
 3 5 4

Задание 9 (5 КИМ)

Среди предложенных общих формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите общие формулы оксидов, соответствующих гидроксидам:



Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. ЭО	2. $\text{Э}_2\text{O}_3$	3. $\text{Э}_2\text{O}_2$
4. ЭO_3	5. ЭO_2	6. $\text{Э}_2\text{O}_5$
7. $\text{Э}_2\text{O}_7$	8. ЭO_4	9. $\text{Э}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В
1	6	2

Задание 10 (5 КИМ)

Среди предложенных формул веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы:

А) железной окалины Б) кварца В) негашеной извести

Запишите в таблицу номера ячеек, в которых расположены вещества, под соответствующими буквами.

1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$	2. SiO	3. CaO
4. CaO_2	5. Fe_2O_3	6. BaO
7. Fe_3O_4	8. FeO	9. SiO_2

Ответ:

А	Б	В
7	9	3

АЕНБ 2

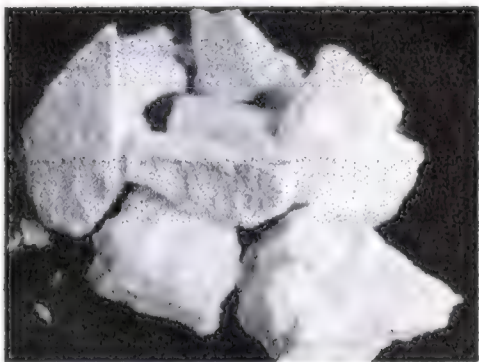
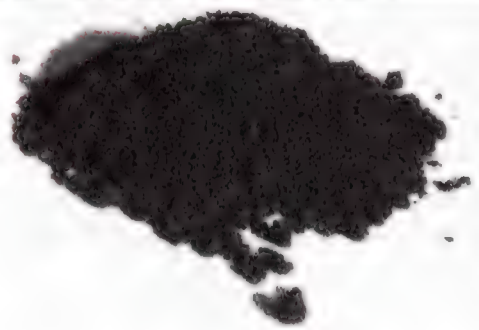
Классы неорганических в-в:
Оксиды, кислоты, соли, основания.
Всё про амфотерность

ЕСКИЕ СВОЙСТВА КИСЛОТНЫХ

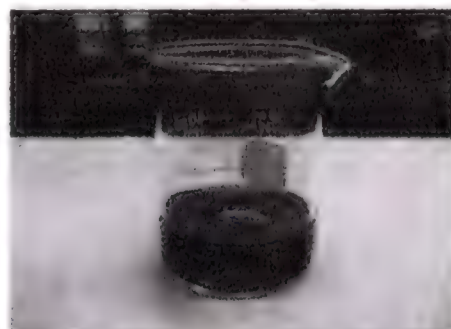
Классы неорганических веществ

Оксиды

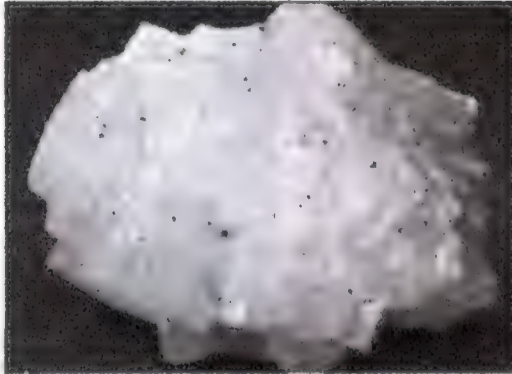
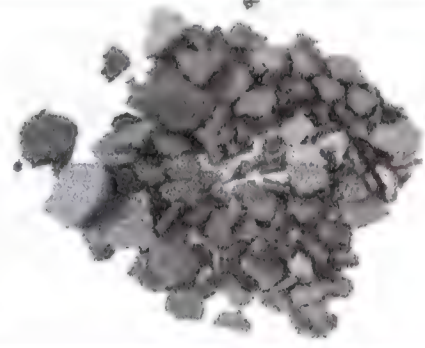
Физические свойства основных оксидов

Na_2O (оксид натрия)	бесцветный		Cu_2O (оксид меди (I))	ярко-красный <i>Бешенная морковь</i>	
CaO (негашеная известь)	белый		Ag_2O (оксид серебра)	чёрный, тёмно-коричневый	
CuO (оксид меди (II))	чёрный		FeO (оксид железа (II))	чёрный	
HgO (оксид ртути (II))	красный (оранжевый) и жёлтый				

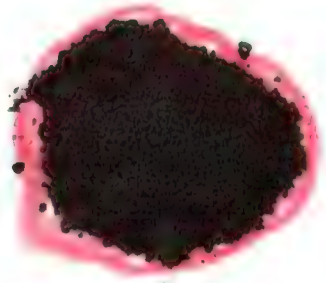
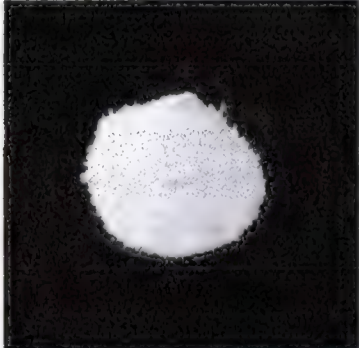
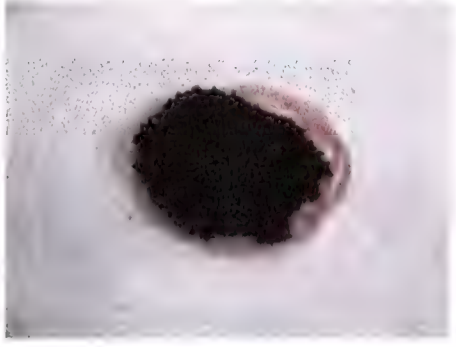
Физические свойства кислотных оксидов

Оксид	Отличительный признак
Газы	
CO_2 (углекислый газ)	газ без цвета и запаха
SO_2 (сернистый газ)	бесцветный газ с резким запахом загорающейся спички
NO_2 (лисий хвост)	бурый газ с резким неприятным запахом 
Жидкости	
SO_3 (серный ангидрид)	легколетучая бесцветная жидкость с удушающим запахом 
N_2O_3 (оксид азота (III))	жидкость синего цвета, неустойчивое соединение 

Физические свойства кислотных оксидов

Твёрдые вещества		
P_2O_5 (оксид фосфора (V))	белый рыхлый порошок ТВ.	
N_2O_5 (оксид азота (V))	бесцветные, летучие кристаллы	
SiO_2 (кремнезём)	бесцветные кристаллы	
CrO_3 (оксид хрома (VI))	тёмно- красные кристаллы	

Физические свойства амфотерных оксидов

Al_2O_3	белый		Fe_2O_3	красно- коричневый	
ZnO	белый		MnO_2	чёрно- бурый	
BeO	белый		PbO_2	тёмно- коричневый	
Cr_2O_3	зелёный		Fe_3O_4	тёмно- коричневый смешанный оксид	

Взаимосвязь неорганических веществ



Химические свойства основных оксидов

1. Взаимодействие с водой: $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$
2. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3$
3. Взаимодействие с кислотами: $\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$
4. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{Na}_2\text{O} + \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$
5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $\text{K}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 2\text{KAlO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
6. Восстановление металлов из оксидов: $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
7. Взаимодействие с кислородом: $2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuO}$
8. Специфические свойства: $3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$



Оксиды ЩМ и ЩЗМ

+ H₂O

LiOH
NaOH
KOH
RbOH
CsOH

Ca(OH)₂
Sr(OH)₂
Ba(OH)₂

MgO

+ H₂O
(кипячение)

Mg(OH)₂

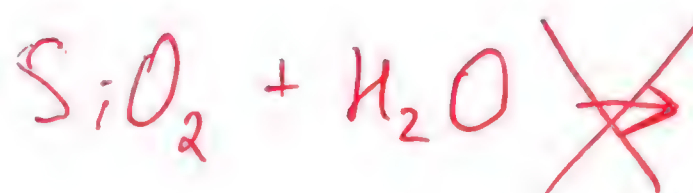
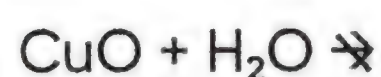
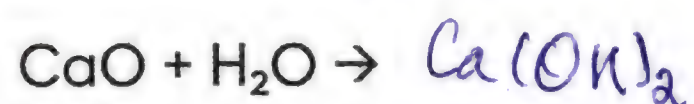
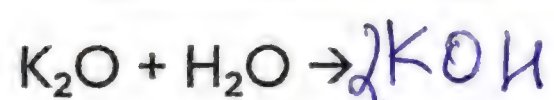
ден.

+ H₂O

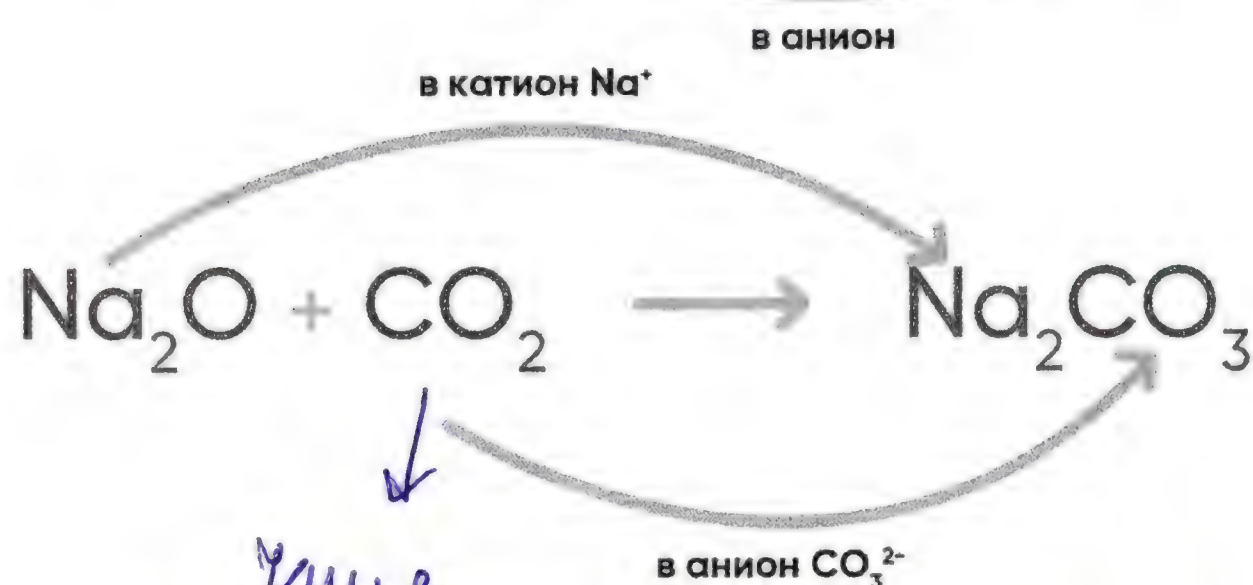
Не взаимодействуют!

1. Взаимодействие с водой

Любой оксид реагирует с водой, только если образуется растворимый гидроксид!



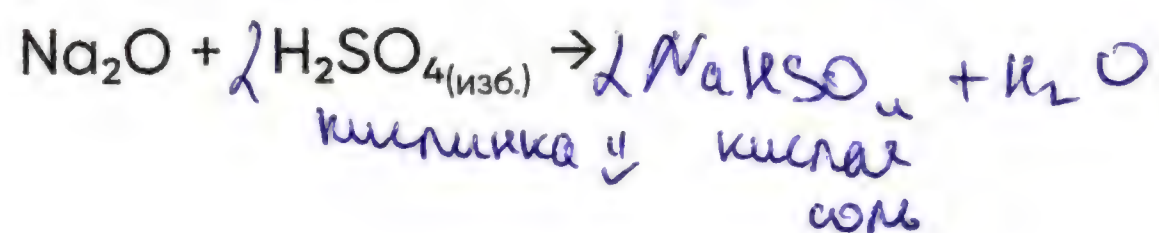
2. Взаимодействие с кислотными оксидами



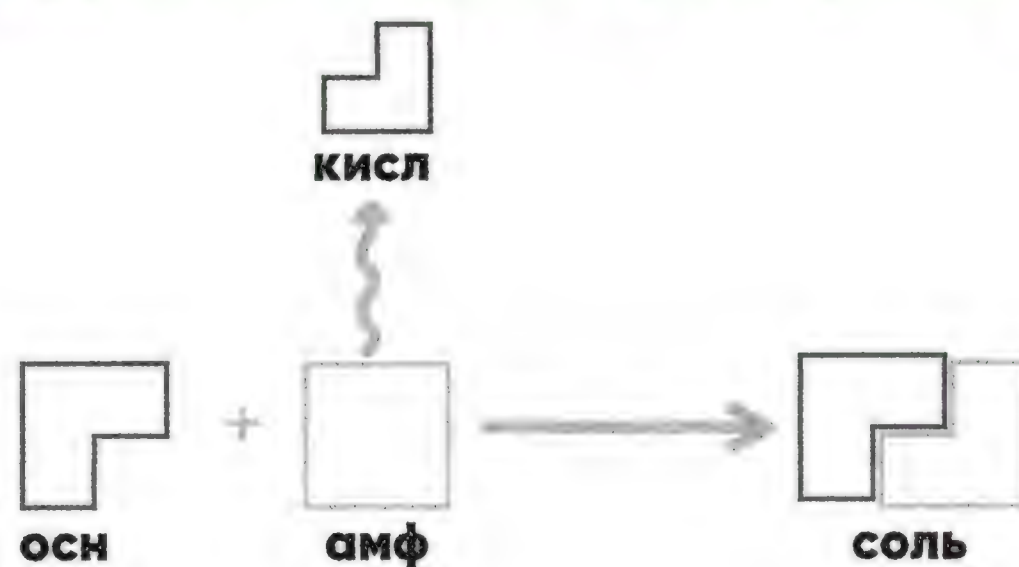
еще реагируют с амфотерными оксидами Me

3. Взаимодействие с кислотами

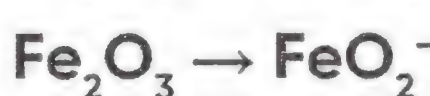
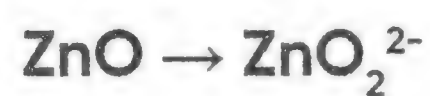
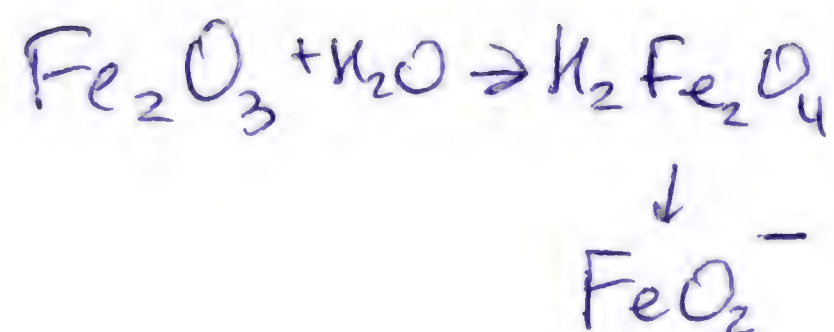
Возможность образования кислых солей



4. Взаимодействие с амфотерными оксидами



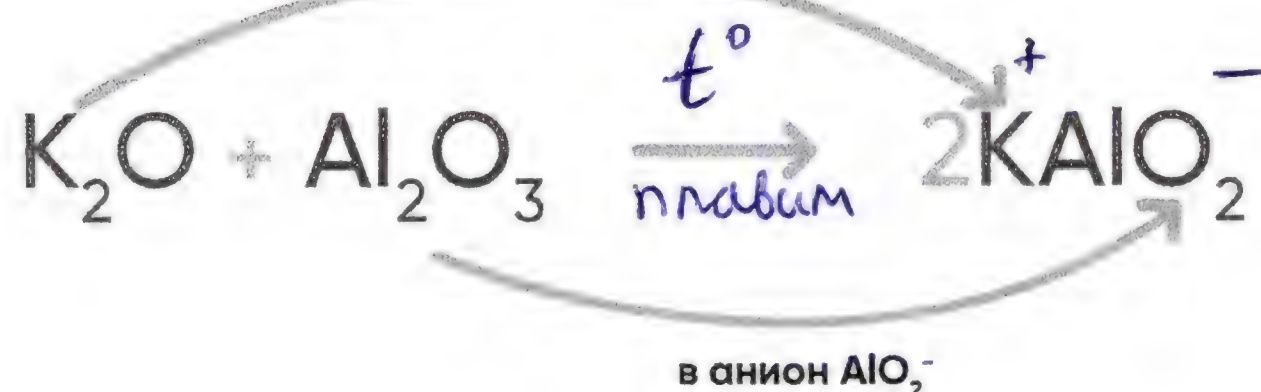
В какой анион переходит амфотерный оксид?



! Только оксиды ЩМ и ЩЗМ

При сплавлении!

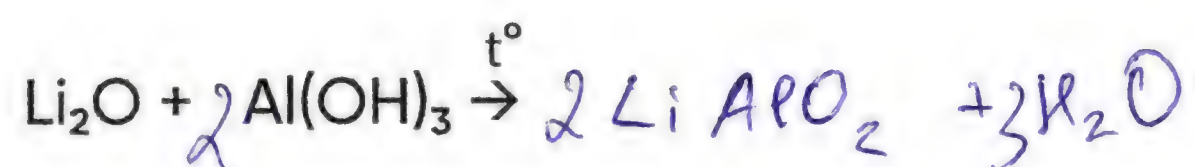
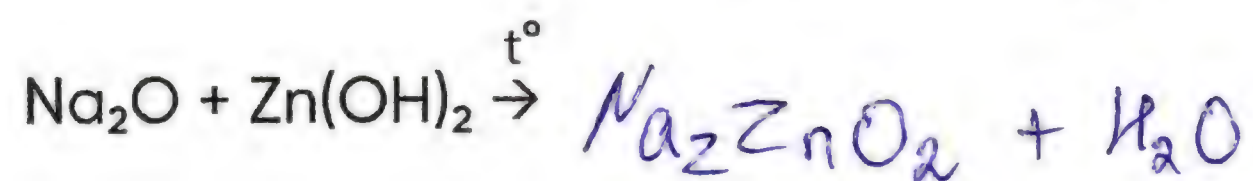
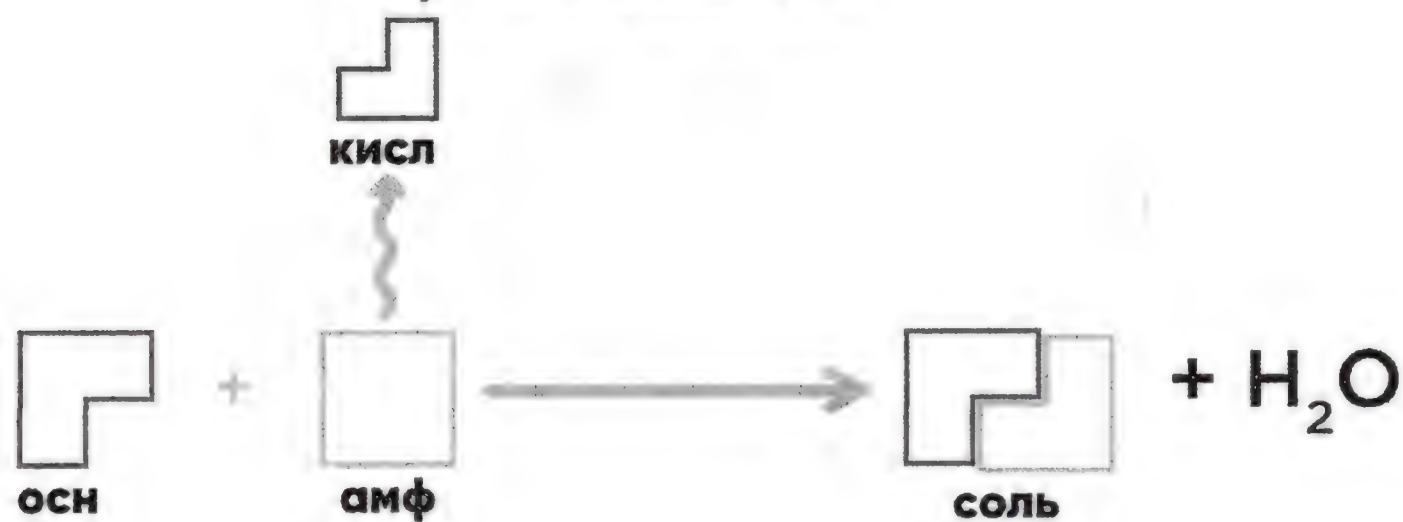
в катион K^+



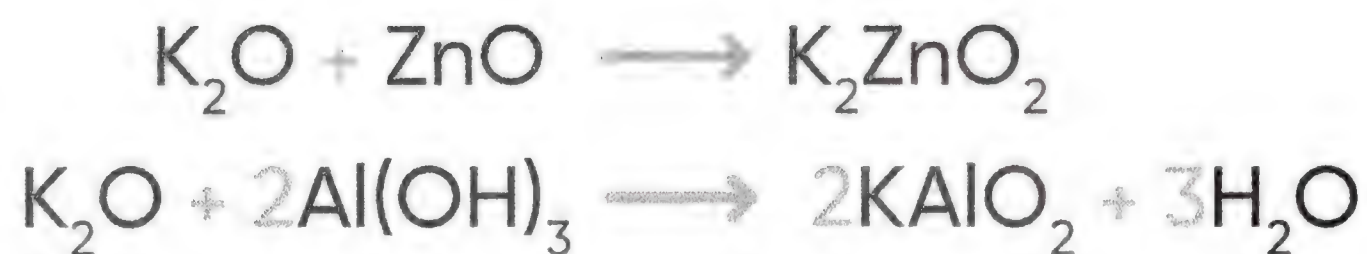
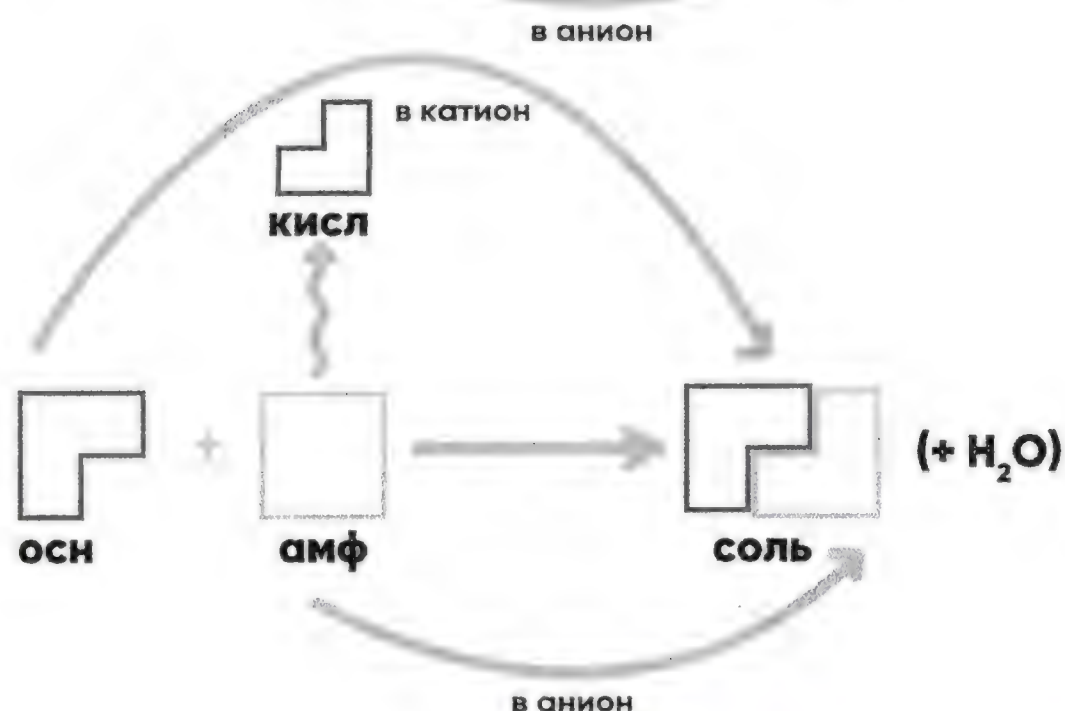
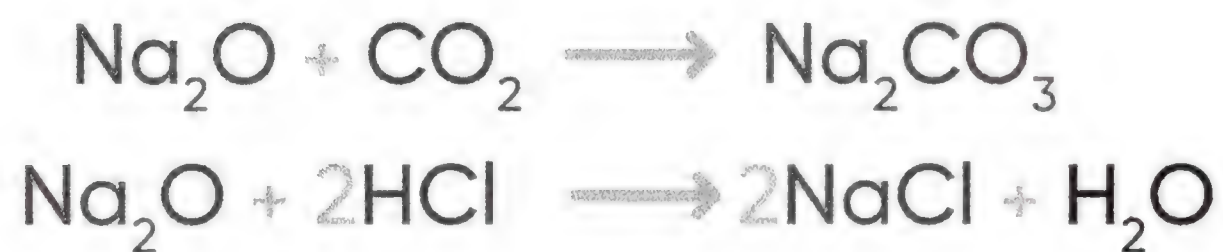
5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами

! Только оксиды ЩМ и ЩЗМ

При сплавлении!

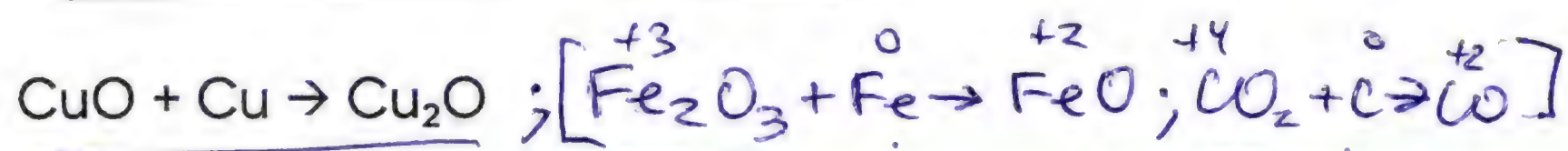
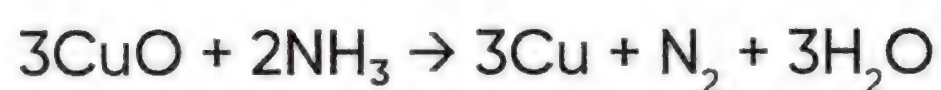


Обобщение

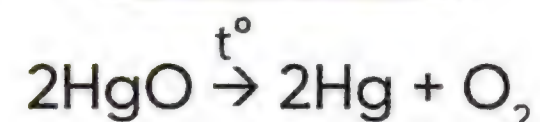


8. Специфические свойства

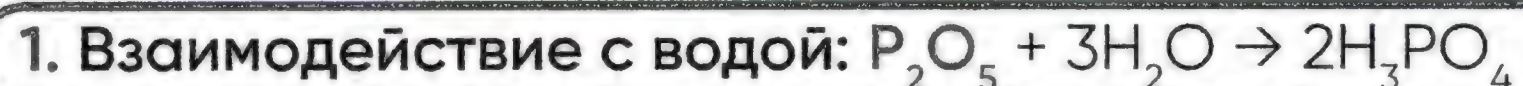
CuO



HgO

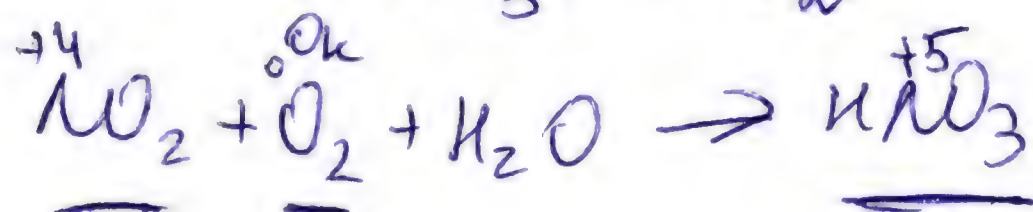
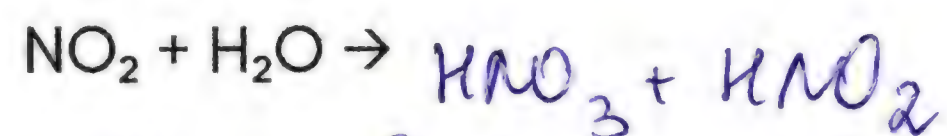
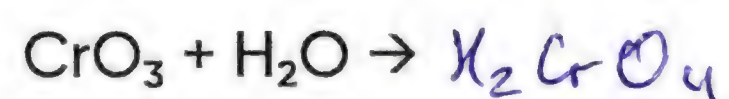
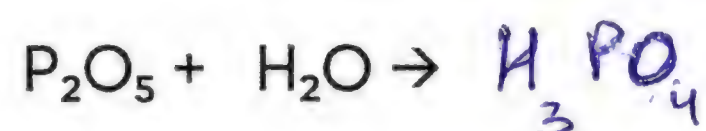


Химические свойства кислотных оксидов

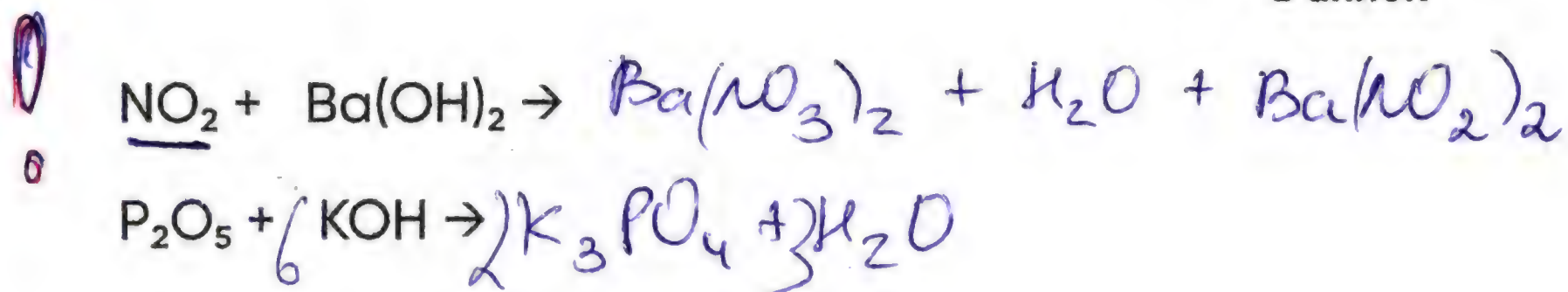
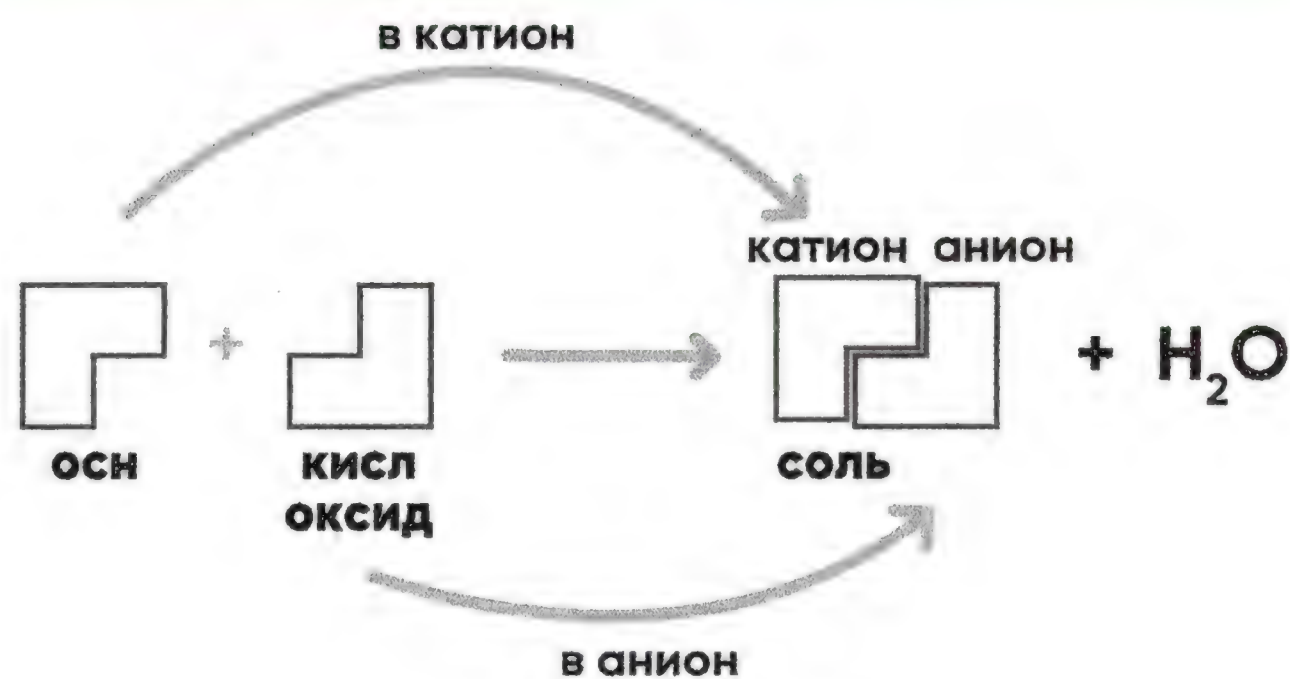


1. Взаимодействие с водой

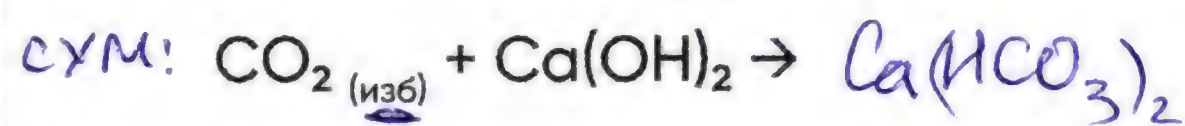
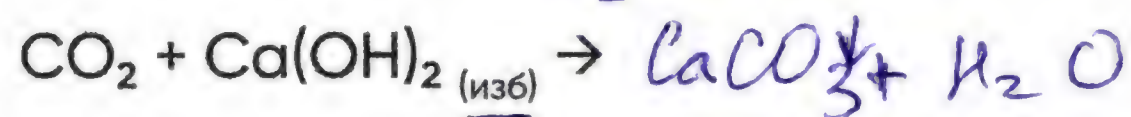
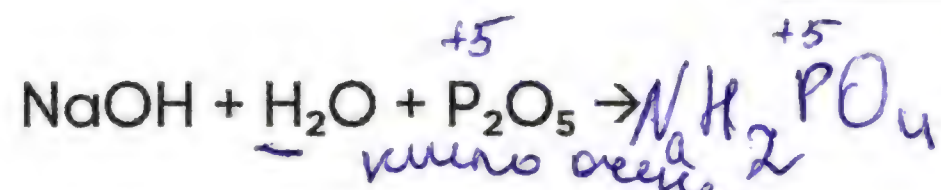
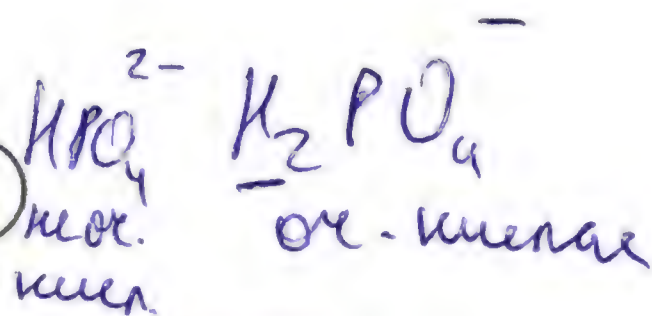
Исключение: SiO_2 с водой не реагирует, так как H_2SiO_3 нерастворима в воде!



3. Взаимодействие с основаниями

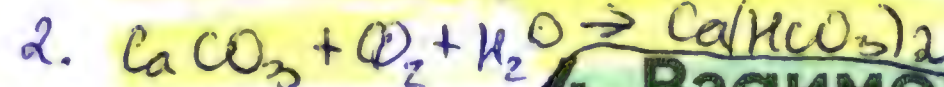


Возможность образования кислых солей



кисл. окисл.

с избытком ⇒ кисл.-соль

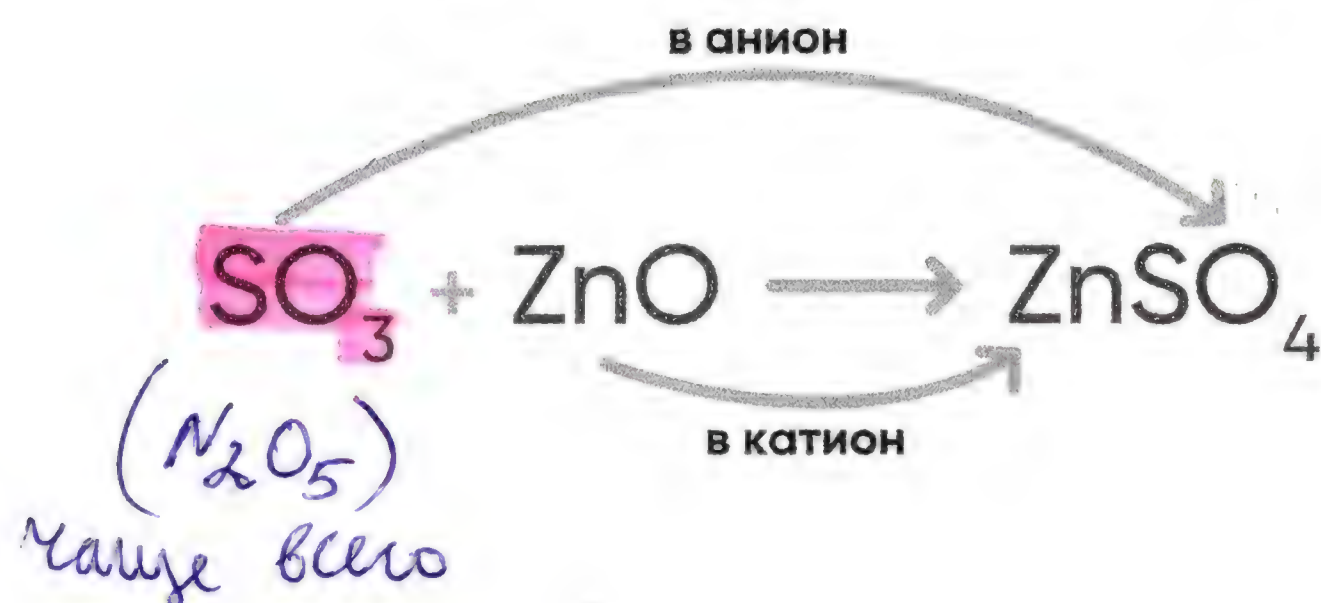
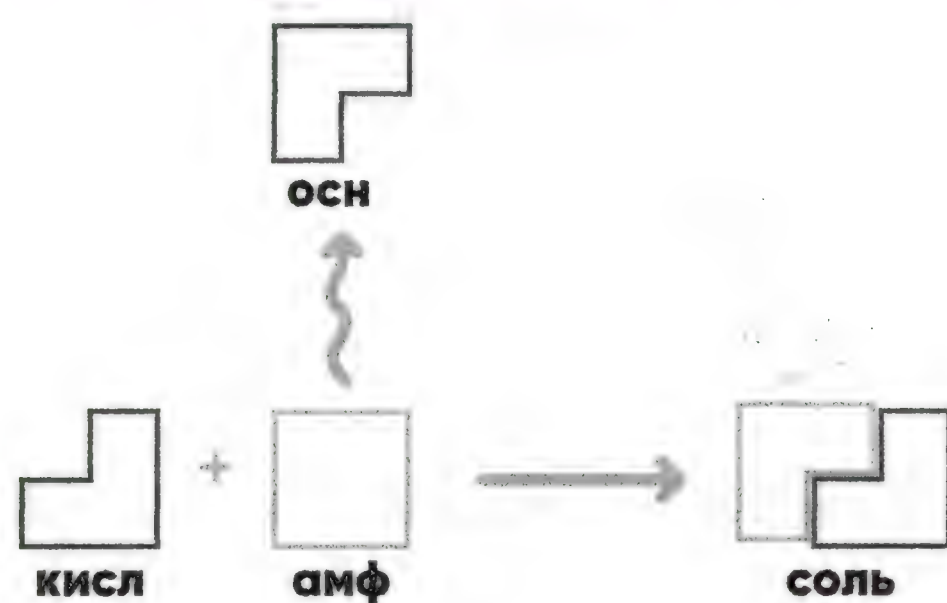


образование осадка с последующим его растворением

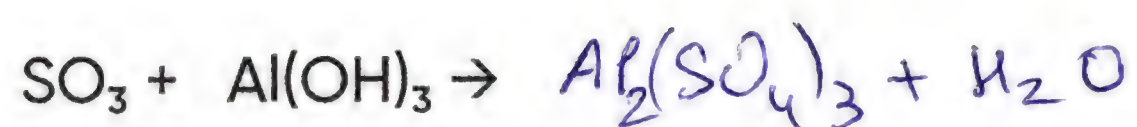


взаимодействие с известковой водой – качественная реакция на CO₂ и SO₂. сначала образуется белый осадок, потом он растворяется

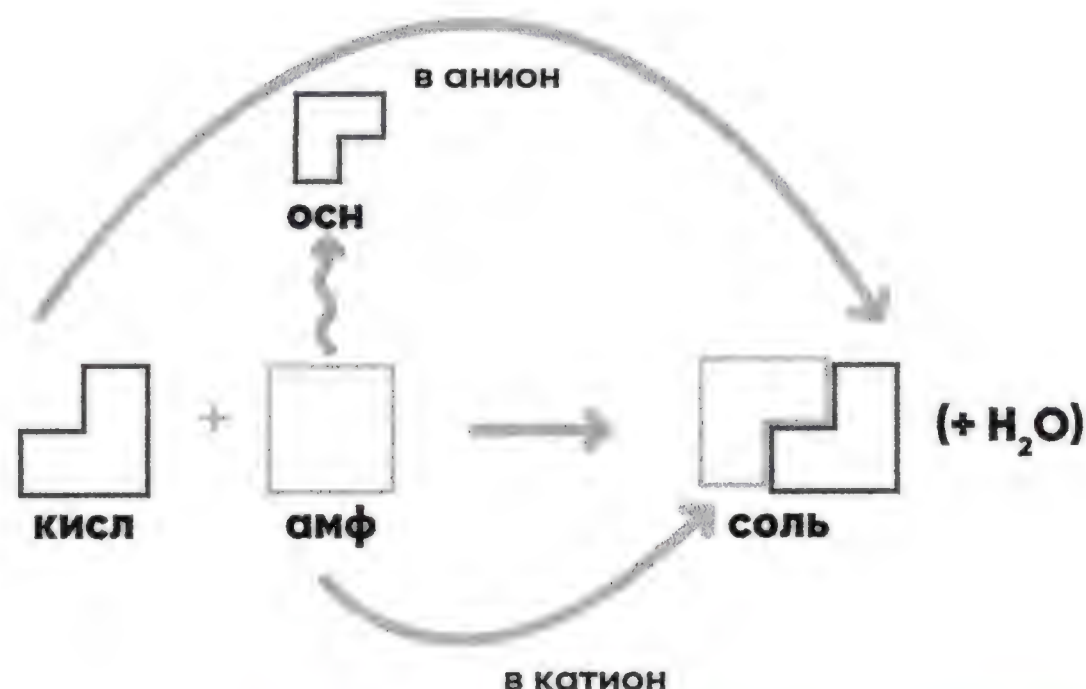
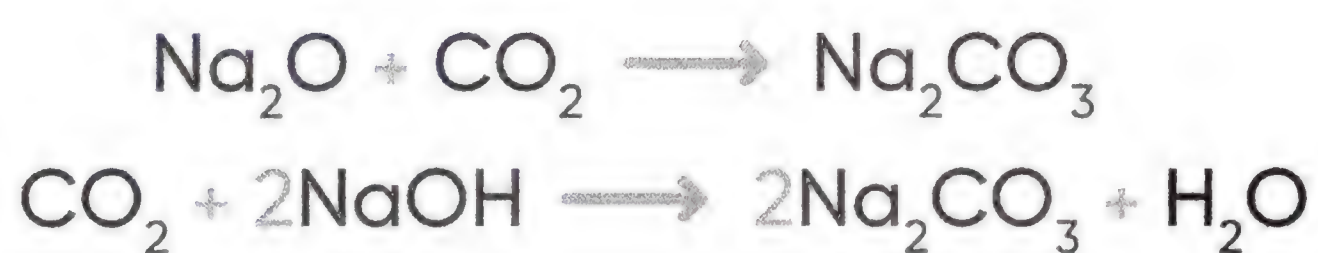
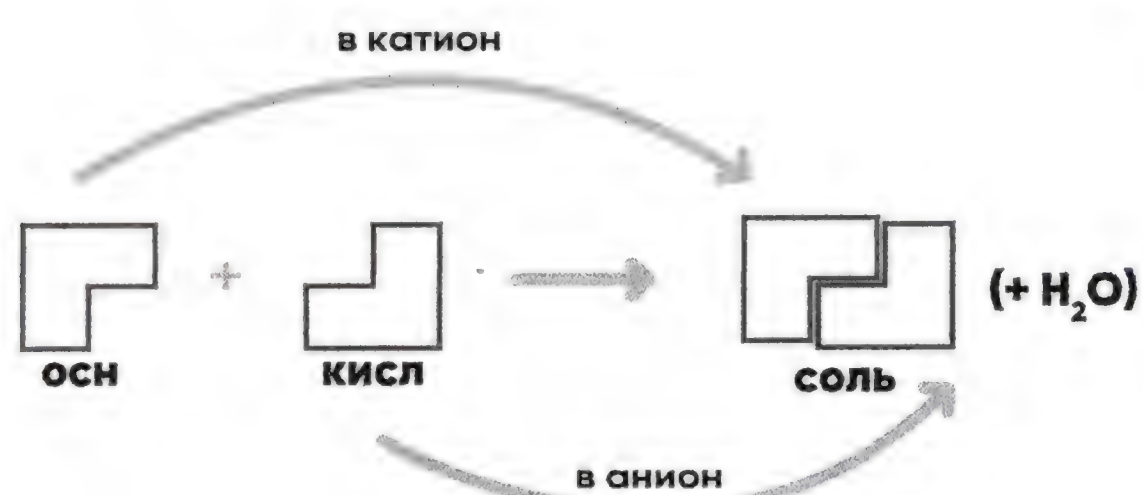
4. Взаимодействие с амфотерными оксидами



5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами



Обобщение



6. Взаимодействие с карбонатами ЩМ и ЩЗМ

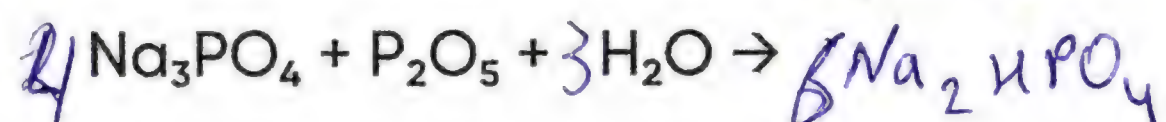
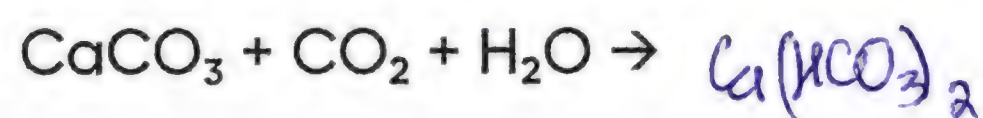
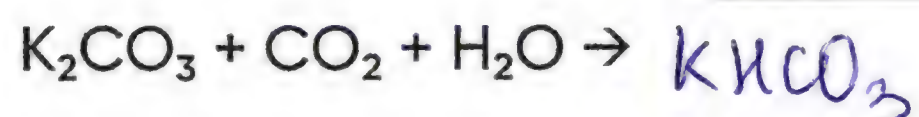
При нагревании



в сухую

7. Взаимодействие с солями

Возможность образования кислых солей



9. Специфические свойства

Оксид	Свойства
SiO_2	$\text{SiO}_2 + 4\text{HF (газ)} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_2 + 6\text{HF (жидк.)} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{MgO} + \text{Si}$ $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg (изб)} \xrightarrow{t^\circ} \text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{MgO}$ $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t^\circ} \text{SiO} + \text{CO}$
CO_2	$\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{t^\circ} \text{C} + 2\text{MgO}$ $\text{CO}_2 + \text{C} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CO}$ $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \uparrow$ регенерация O_2 в космосе
SO_2	$\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{NO} + \text{SO}_3$ $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{t^\circ} 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
NO_2	$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$ $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{SO}_3$ $2\text{NO}_2 + 4\text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2 + 4\text{CuO}$
P_2O_5 <i>БОР H_2O</i> <i>водоотнимающий агент</i>	$\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{HPO}_3$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 4\text{HClO}_4 \rightarrow 2\text{Cl}_2\text{O}_7 + 2\text{HPO}_3$

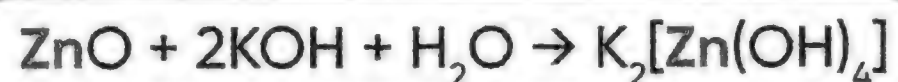
Химические свойства амфотерных оксидов

1. Взаимодействие с основными оксидами: $\text{ZnO} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$

с оксидами ЩМ и ЩЗМ - при сплавлении

2. Взаимодействие со щелочами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

при сплавлении



в растворе

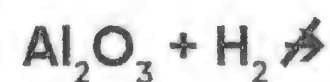
3. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{ZnO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{ZnSO}_4$

4. Взаимодействие с кислотами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

5. Взаимодействие с карбонатами: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaFeO}_2 + \text{CO}_2$

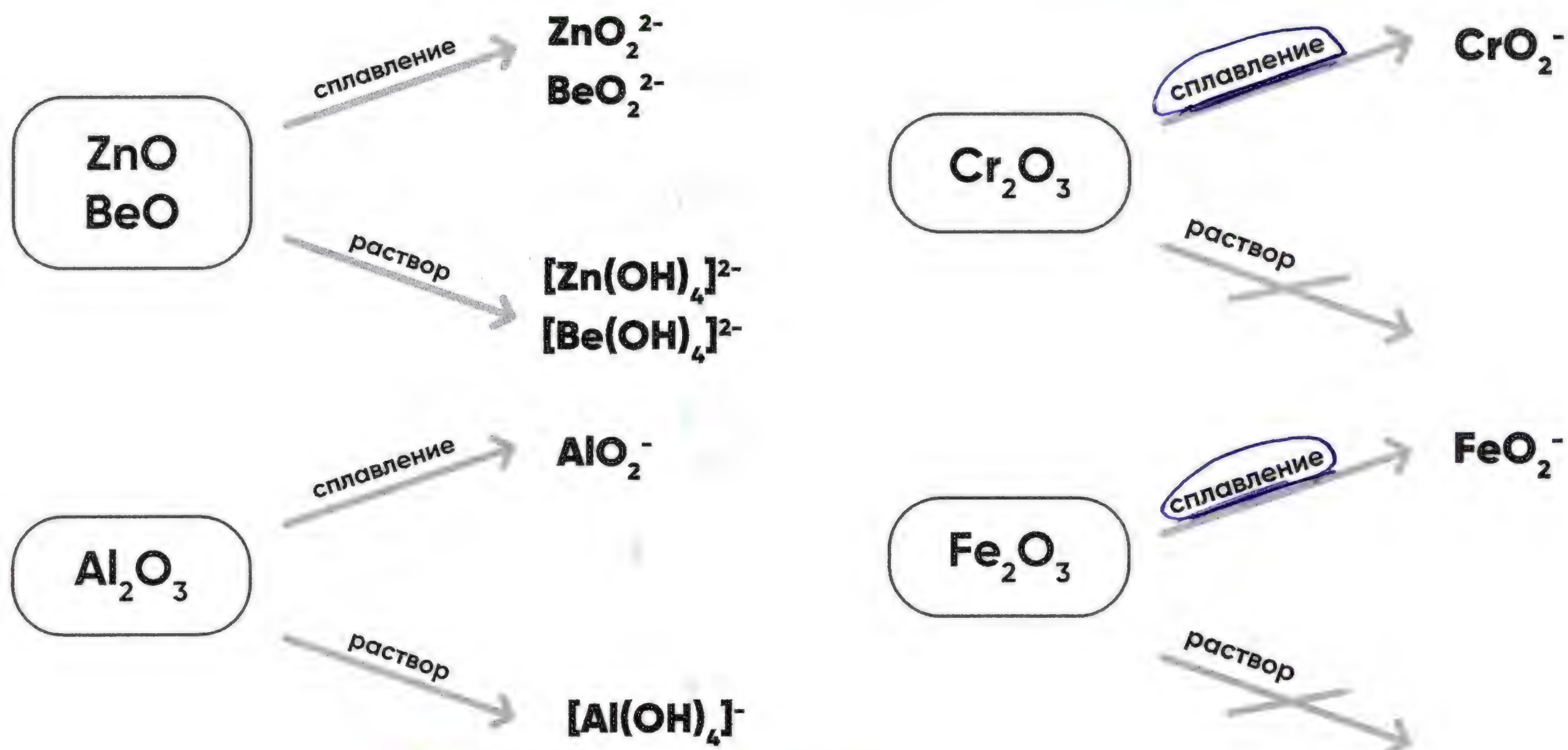
при сплавлении

6. Восстановление: $\text{BeO} + \text{Mg} \rightarrow \text{Be} + \text{MgO}$
(H_2 , C, CO, Al)

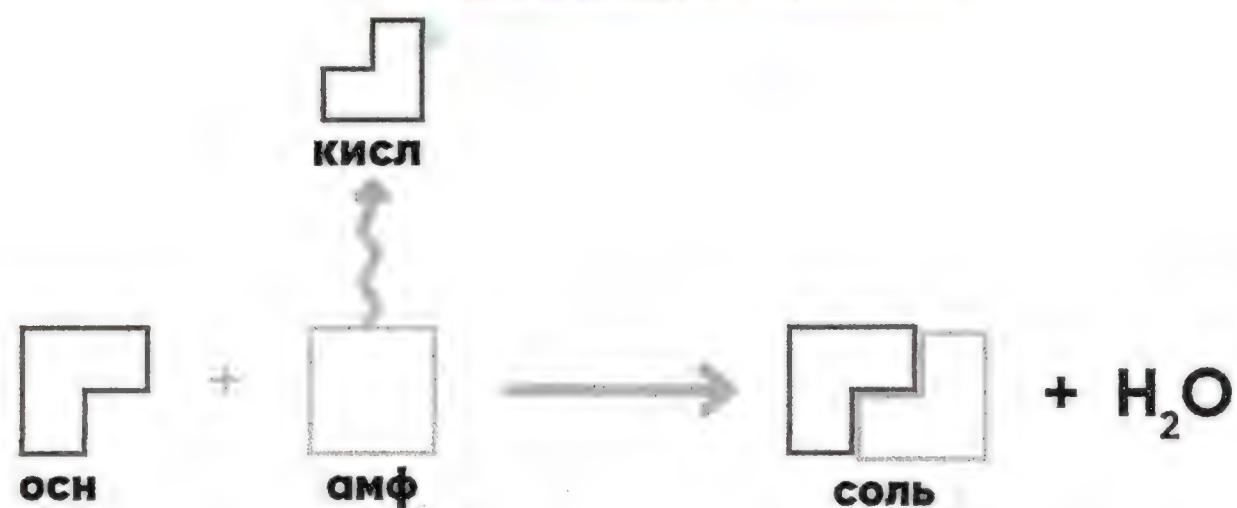


7. Специфические свойства: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeO}$

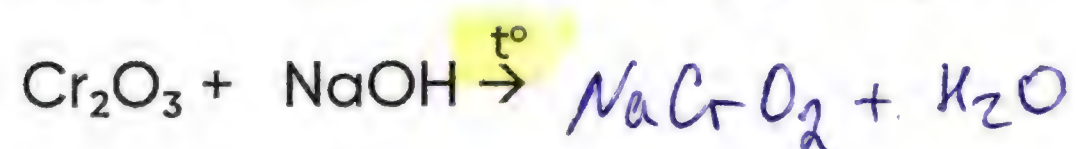
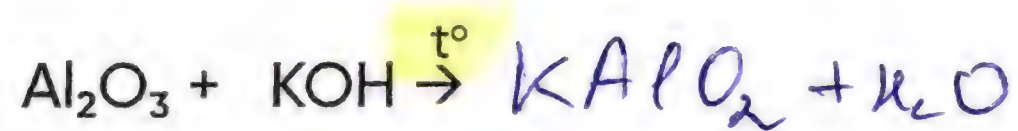
2. Взаимодействие со щелочами



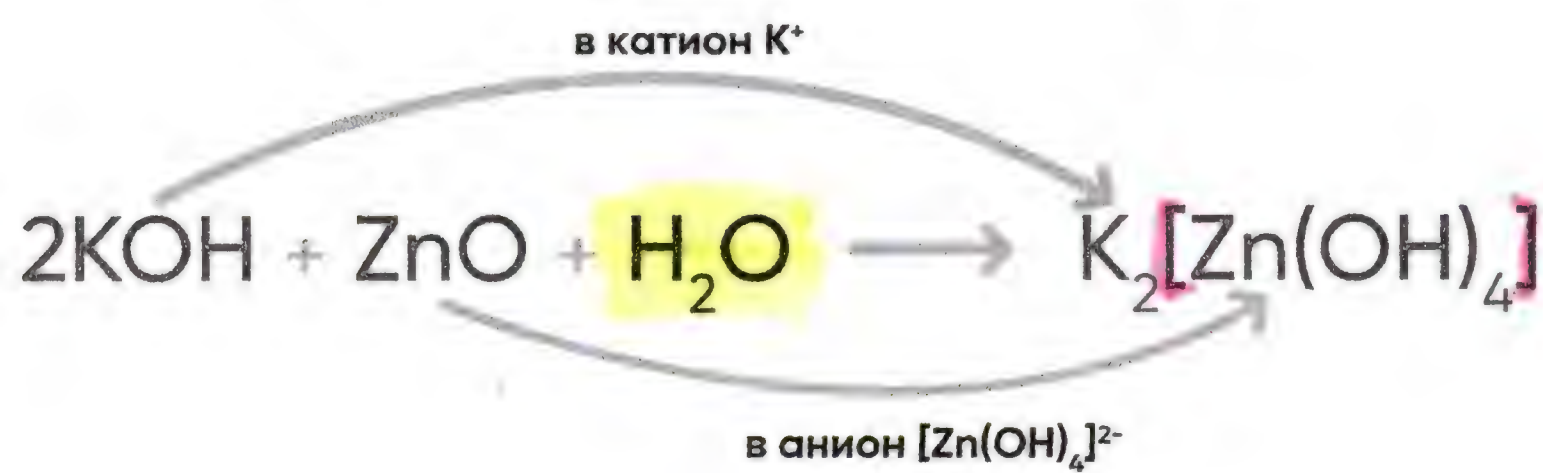
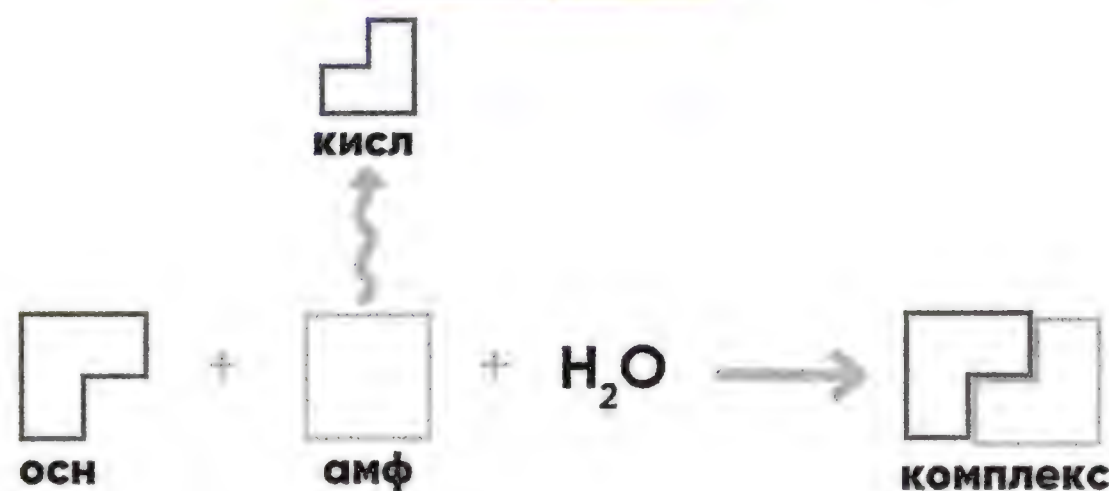
При сплавлении

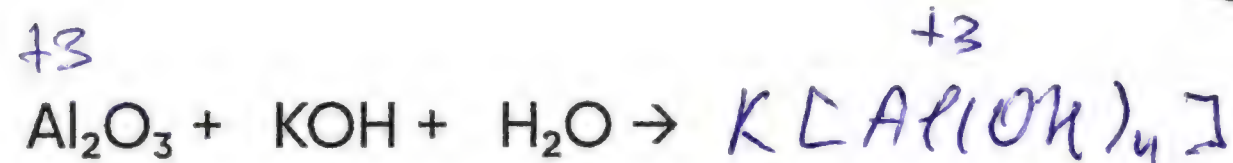


При сплавлении



В растворе

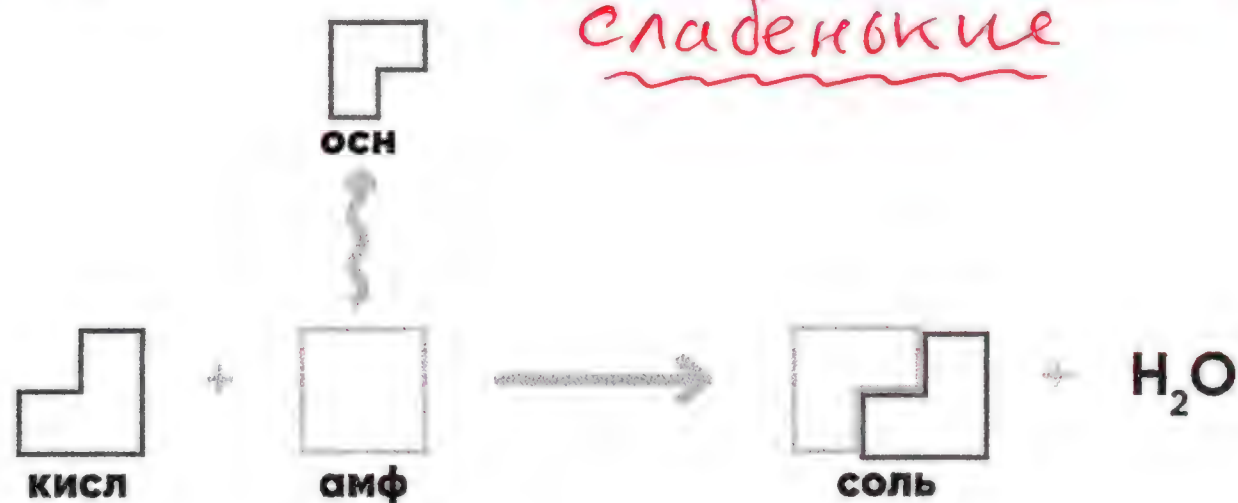




4. Взаимодействие с кислотами

Не реагируют с H_2S , H_2SO_3 , H_2CO_3 , H_2SiO_3

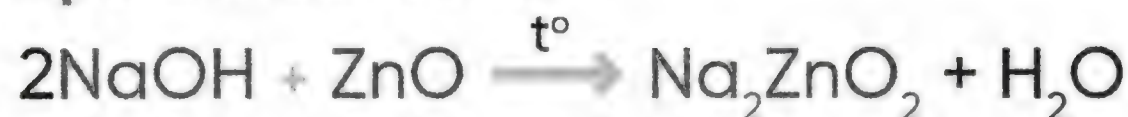
слабые кислоты



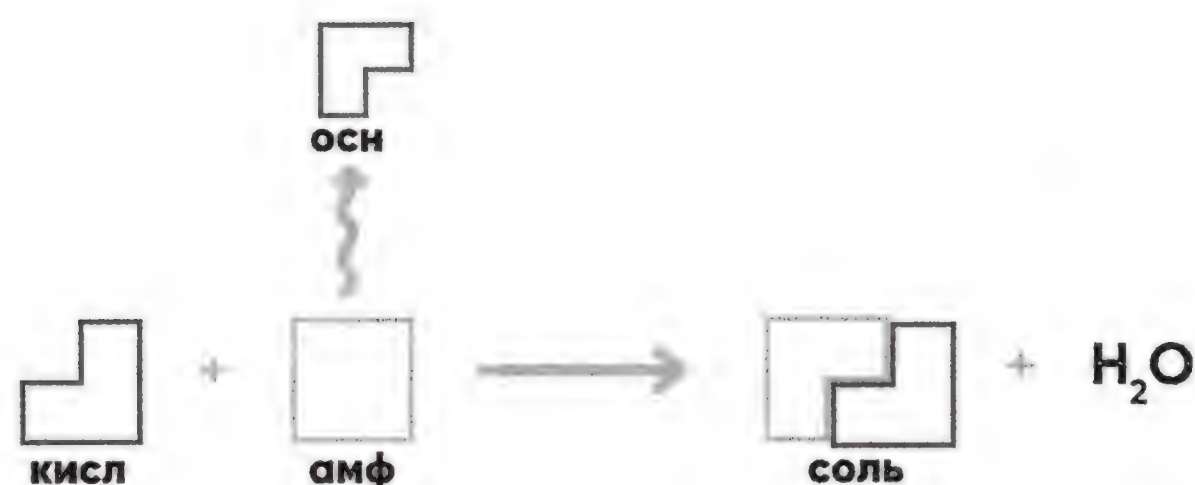
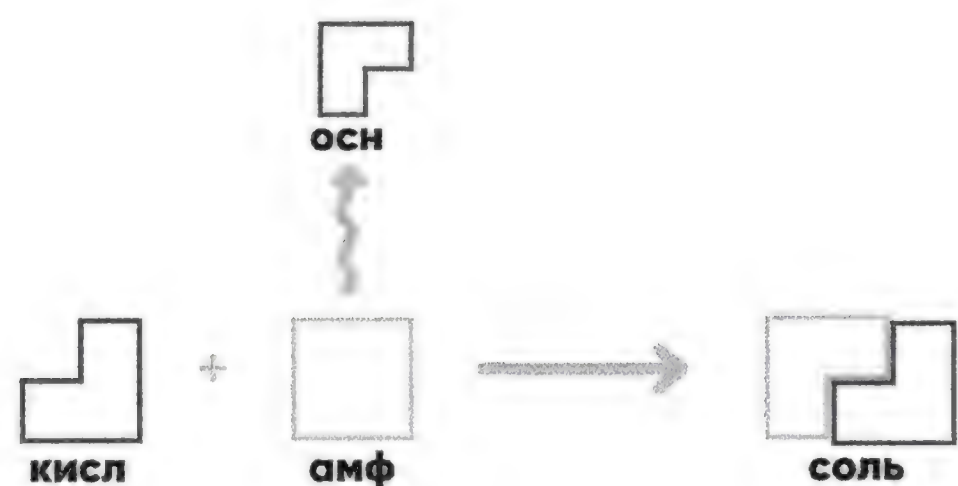
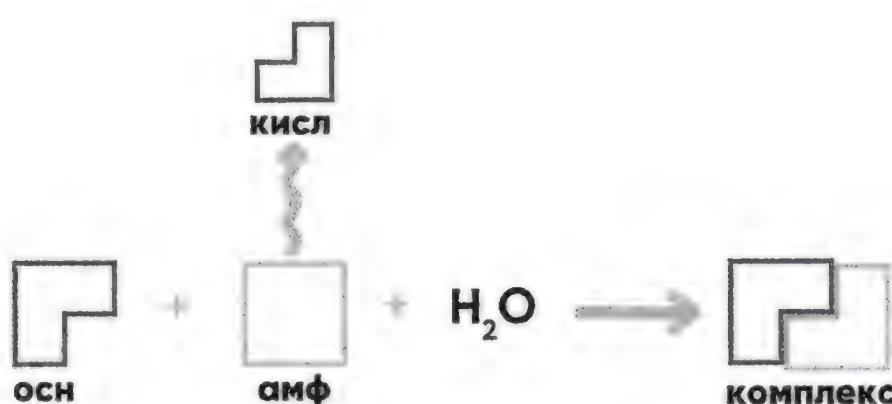
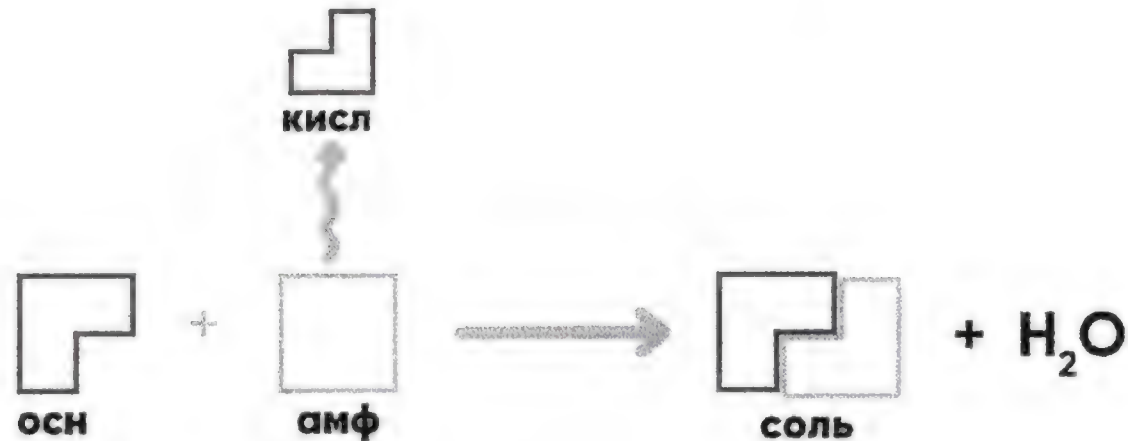
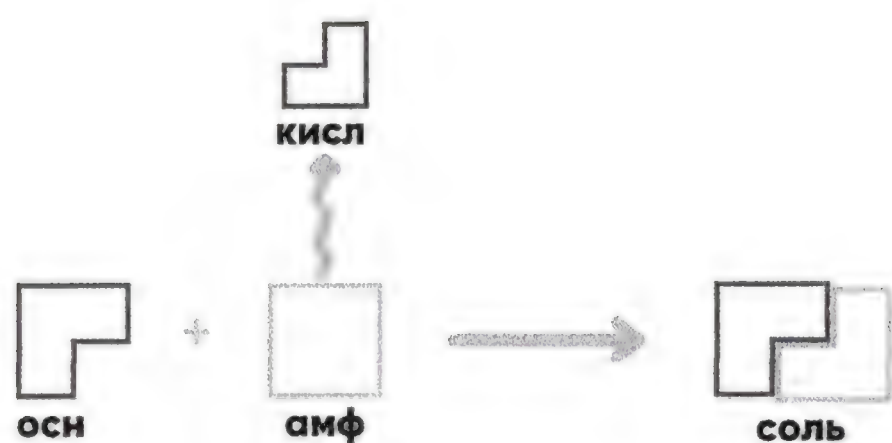
Обобщение



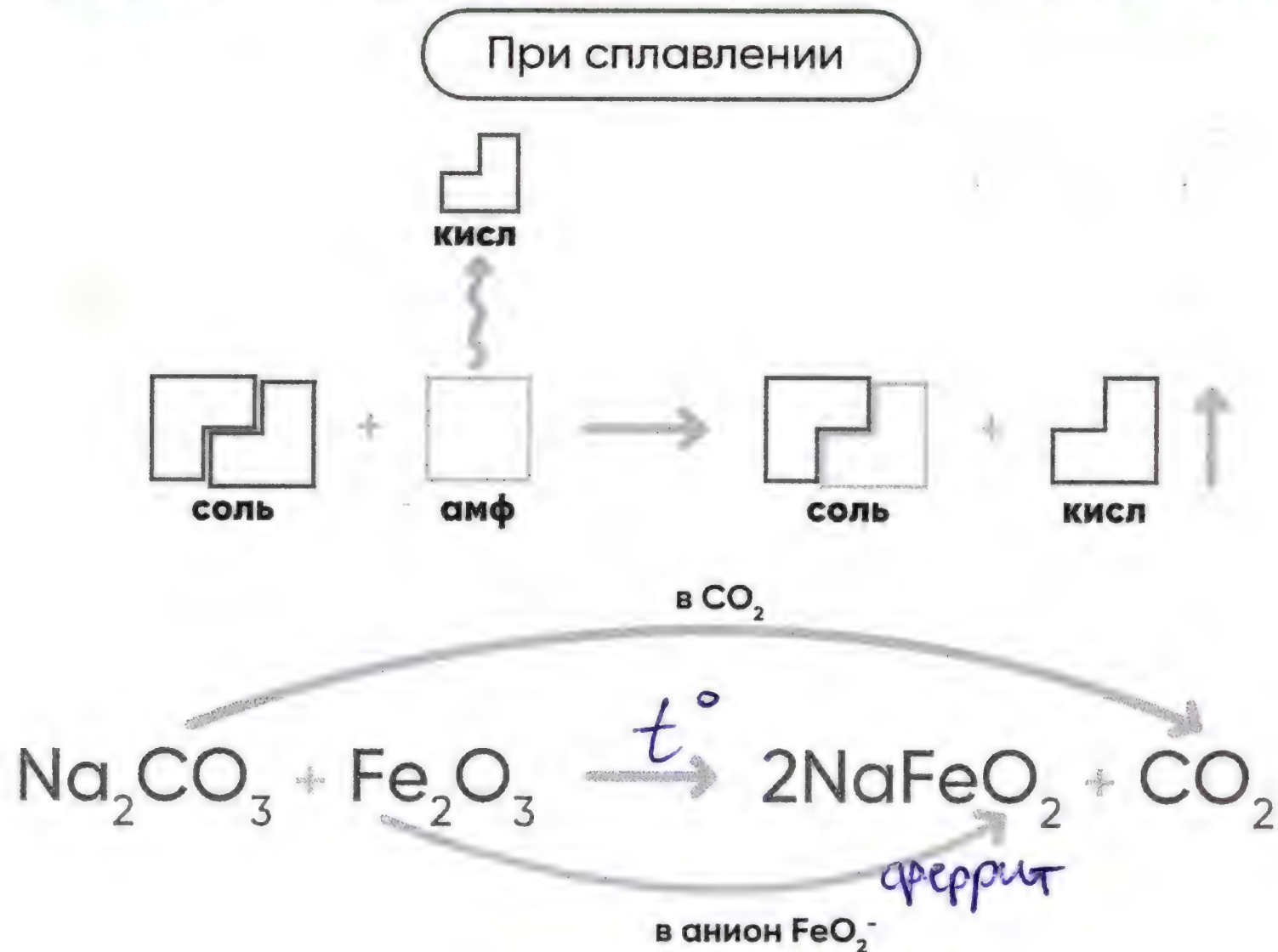
При сплавлении:



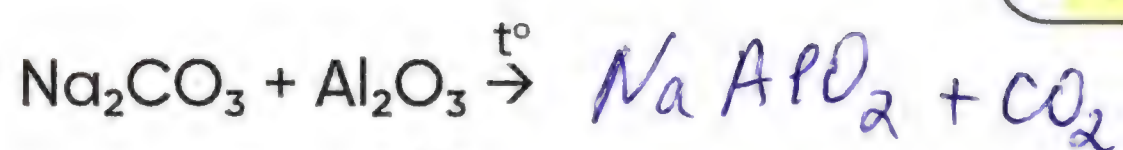
В растворе:



5. Взаимодействие с карбонатами

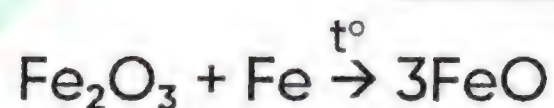


При сплавлении

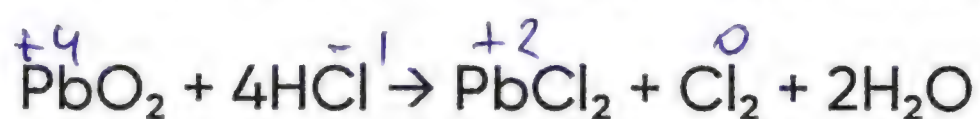
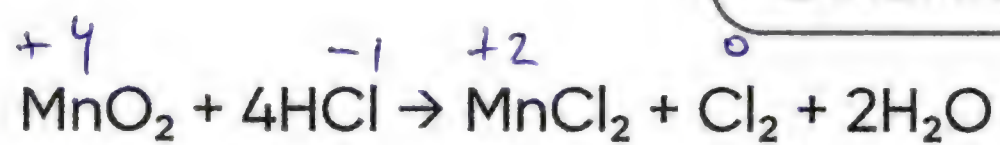


7. Специфические свойства

Оксид железа (III) восстанавливается железом до оксида железа (II)



Окислительные свойства MnO_2 и PbO_2 :



Химические свойства оксидов

Свойство	Основные оксиды	Кислотные оксиды	Амфотерные оксиды
с водой	$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ Только оксиды ЩМ и ЩЗМ	$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$ Все, кроме SiO_2	
с основными оксидами		$\text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3$	$\text{ZnO} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$ Только с оксидами ЩМ и ЩЗМ
со щелочами		$\text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	При сплавлении: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ В растворе: $\text{ZnO} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
с нерастворимыми основаниями		$\text{SO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	
с амфотерными оксидами	$\text{Na}_2\text{O} + \text{ZnO} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$ Только оксиды ЩМ и ЩЗМ	$\text{SO}_3 + \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4$	
с амфотерными гидроксидами	$\text{K}_2\text{O} + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 2\text{KAlO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ Только оксиды ЩМ и ЩЗМ При сплавлении!	$3\text{SO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	
с кислотными оксидами	$\text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3$		$\text{ZnO} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{ZnSO}_4$
с кислотами	$\text{Li}_2\text{O} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{O}$		$\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
с солями		$\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$ $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KHCO}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaFeO}_2 + \text{CO}_2$

Химические свойства оксидов

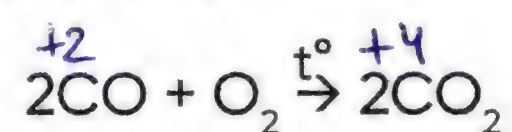
Свойство	Основные оксиды	Кислотные оксиды	Амфотерные оксиды
восстановление (C, CO, Al)	$\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ оксиды ЩМ и ЩЗМ + $\text{H}_2 \nrightarrow$		$\text{BeO} + \text{Mg} \rightarrow \text{Be} + \text{MgO}$ $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 \nrightarrow$
с кислородом	$2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{CuO}$	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$	
специфические свойства	$3\text{CuO} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{Cu} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{CuO} + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$ $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$	$\text{SiO}_2 + 4\text{HF}(\text{газ}) \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_2 + 6\text{HF}(\text{жидк.}) \rightarrow \text{H}_2[\text{SiF}_6] + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{Si} + 2\text{MgO}$ $\text{SiO}_2 + 4\text{Mg}(\text{изб}) \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} + 2\text{MgO}$ $\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{SiO} + \text{CO}$ $\text{CO}_2 + 2\text{Mg} \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$ $2\text{CO}_2 + 5\text{Ca} \rightarrow \text{CaC}_2 + 4\text{CaO}$ $2\text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{O}_2$ $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{SO}_3$ $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$ $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{SO}_3$ $2\text{NO}_2 + 4\text{Cu} \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{CuO}$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_5 + 2\text{HPO}_3$ $\text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{HClO}_4 \rightarrow \text{Cl}_2\text{O}_7 + 2\text{HPO}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeO}$ $\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow$ $\rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Свойства несолеобразующих оксидов

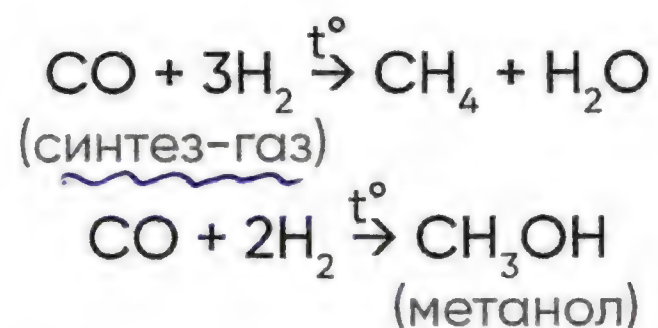
CO – угарный газ

Химические свойства

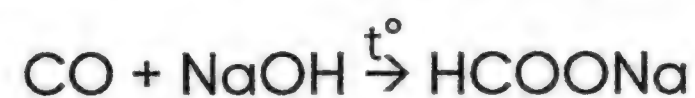
а) Окисление кислородом до углекислого газа:



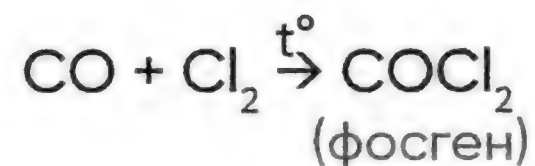
б) Взаимодействие с водородом:



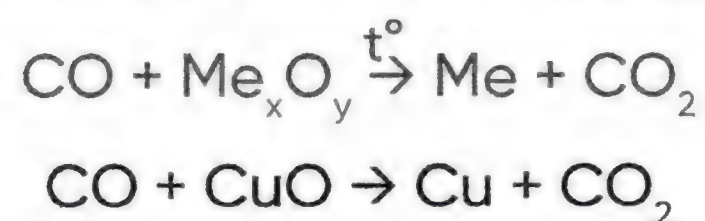
в) Взаимодействие с твёрдыми щелочами при сплавлении:



г) Взаимодействие с хлором:



д) Взаимодействие с оксидами металлов (кроме оксидов ЩМ и ЩЗМ):



е) Взаимодействие с пероксидами:

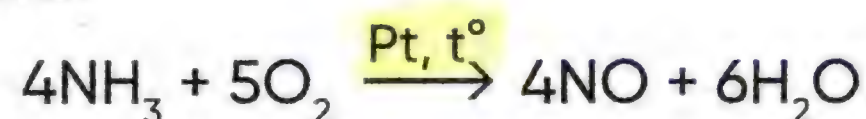


NO – оксид азота (II) (окись азота)

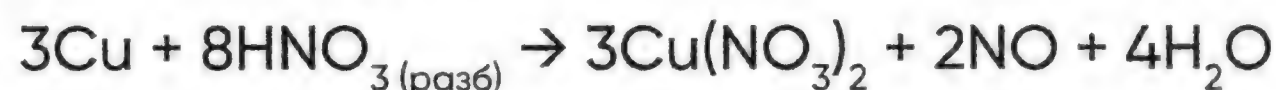
Получение



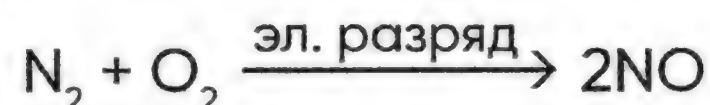
а) Каталитическое окисление аммиака:



б) Взаимодействие меди с разбавленной азотной кислотой:

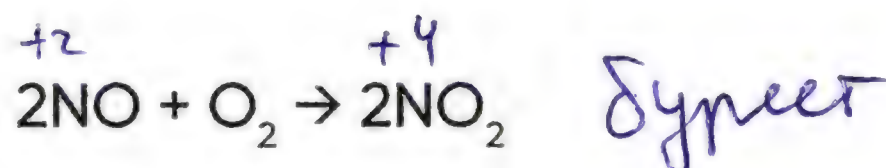


в) Взаимодействие азота с кислородом:

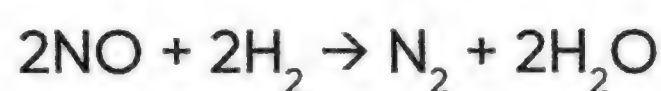


Химические свойства

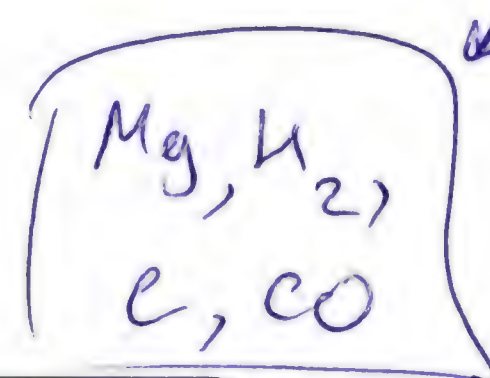
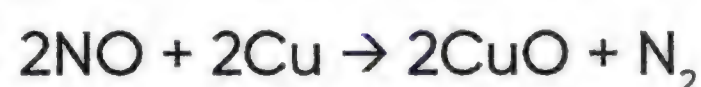
а) Окисление кислородом:



б) Восстановление водородом:



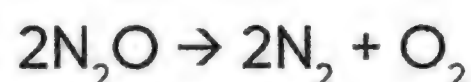
в) Взаимодействие с медью:



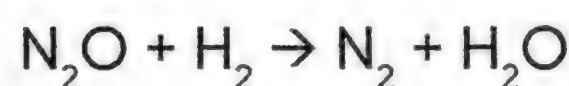
N₂O – оксид азота (I) (веселящий газ, закись азота)

Химические свойства

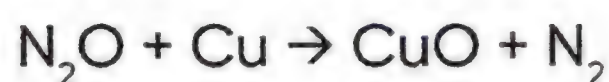
а) Разложение:



б) Восстановление водородом:



в) Взаимодействие с металлами:



Закись азота поддерживает горение

Задание 1 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

- А. $CaO + SO_3 \rightarrow CaSO_4$
- Б. $CaO + Zn(OH)_2 \rightarrow CaZnO_2 + H_2O$
- В. $CaO + SO_2 \rightarrow CaSO_3$
- Г. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$

Продукты(-ы) реакции

1. $CaSO_3$
2. $Ca(OH)_2 + H_2$
3. $CaZnO_2$
4. $Ca(OH)_2$
5. $CaZnO_2 + H_2O$
6. $CaSO_4$

Ответ:

А	Б	В	Г
6	5	1	4

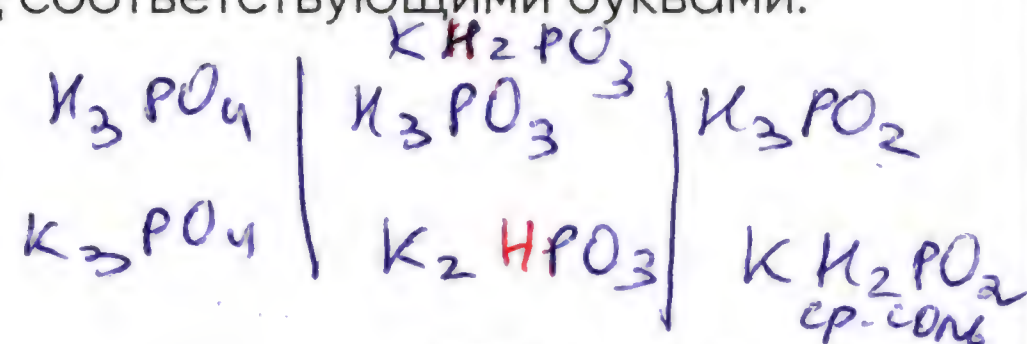
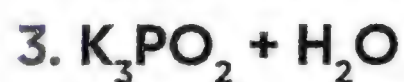
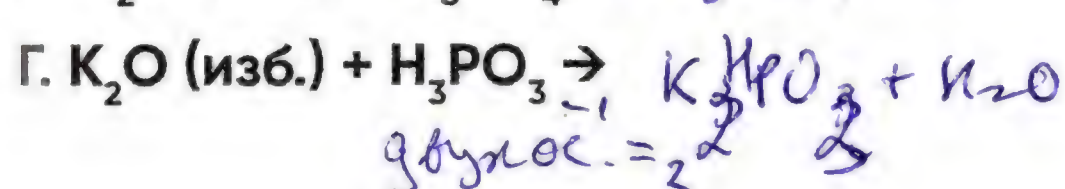
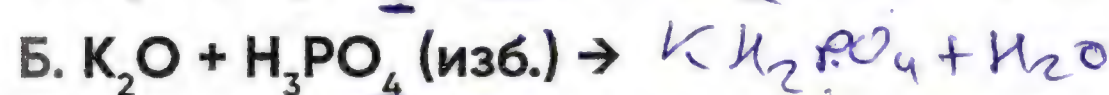
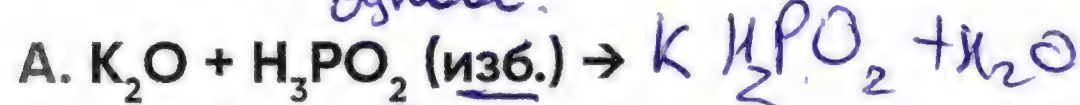
Задание 2 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

ср. соль

Продукты реакции



Ответ:

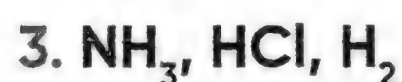
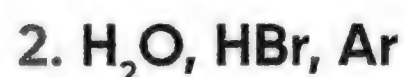
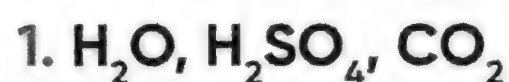
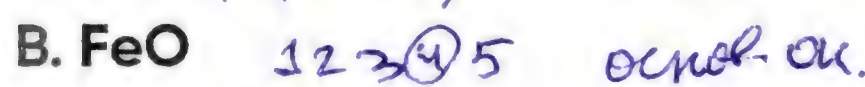
А Б В Г
 5 6 4 2

Задание 3 (7 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула вещества

Реагенты

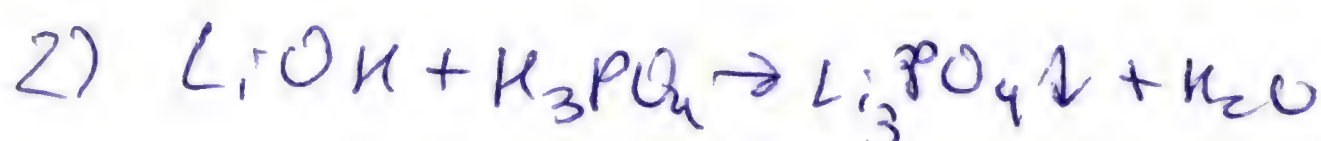
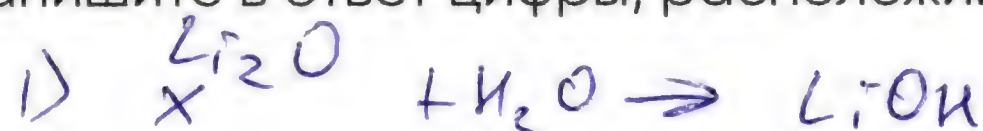


Ответ:

А Б В Г
 1 3 4 1

Задание 4 (6 КИМ)

Вещество X растворили в воде. В результате реакции образовался раствор, который имеет щелочную среду. В полученный раствор добавили кислоту Y и в результате реакции наблюдали выпадение белого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.



Ответ:

X Y
 2 4

Задание 5 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.



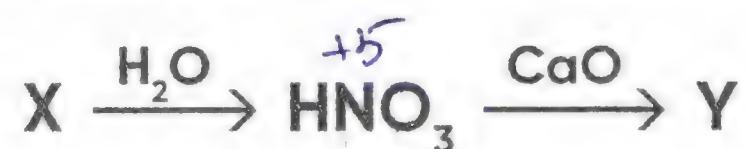
Ответ:

X Y
 3 5

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

Задание 6 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

1. оксид азота (III) N_2O_3
2. нитрит кальция $Ca(NO_2)_2$
3. нитрид кальция CaN_2
4. оксид азота (V) $\overset{+5}{N}O_5$
5. нитрат кальция $Ca(NO_3)_2$

Ответ:

X	Y
4	5

Задание 7 (6 КИМ)

В двух пробирках находится вода. В первую пробирку добавили оксид X, при этом образовался раствор сильной кислоты. Во вторую пробирку добавили оксид щелочноземельного металла, в результате образовался раствор вещества Y. Выберите из предложенного перечня вещества, которые соответствуют X и Y. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

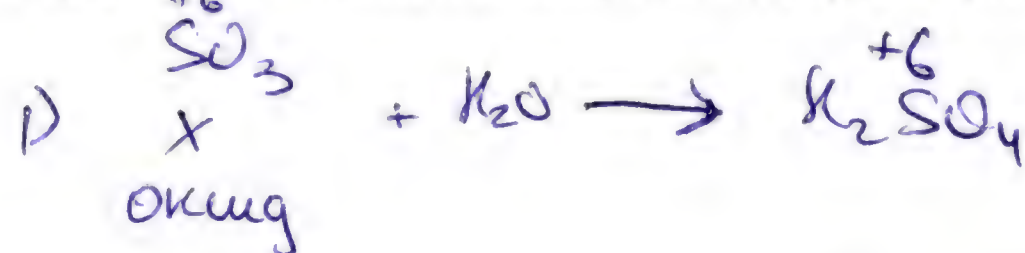
1. $Mg(OH)_2$

2. SO_3

3. $Ca(OH)_2$

4. SO_2

5. KOH



Ответ:

X	Y
2	3

Задание 8 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктом(-ами) этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукт(-ы)

- A. Cs_2O и $\overset{+5}{P}_2O_5$ (изб.) $\rightarrow Cs_3PO_4$
 Б. Cs_2O и H_3PO_4 (изб.) $\rightarrow CsH_2PO_4 + H_2O$
 В. Cs_2O (изб.) и H_3PO_4 $\rightarrow Cs_3PO_4 + H_2O$
 Г. Cs_2O и $\overset{+5}{P}_2O_5$ (нед.) $\rightarrow Cs_3PO_4$

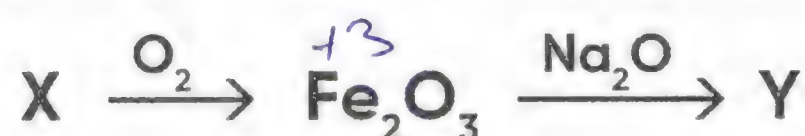
1. Cs_3PO_4
2. CsH_2PO_4, H_2O
3. Cs_3PO_4, H_2O
4. Cs_3P
5. CsH_2PO_4
6. Cs_3P, H_2O

Ответ:

A	Б	В	Г
1	2	3	1

Задание 9 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1. $NaFeO_2$

2. FeO

3. $Fe(OH)_3$

4. Na_2O_2

5. $Fe(OH)_2$

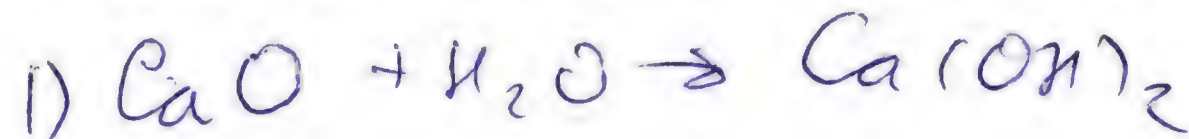
Ответ:

X	Y
2	4

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

Задание 10 (6 КИМ)

Даны две пробирки с водой. В одну из них добавили основной оксид **X**, в результате наблюдалась бурная реакция. Во вторую пробирку добавили вещество **Y** белого цвета, при этом растворение не наблюдалось. Выберите из предложенного перечня вещества, которые соответствуют **X** и **Y**. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.



~~1. FeO~~

~~2. HgO~~

3. MgO

4. CaO

~~5. CuO~~

Ответ:

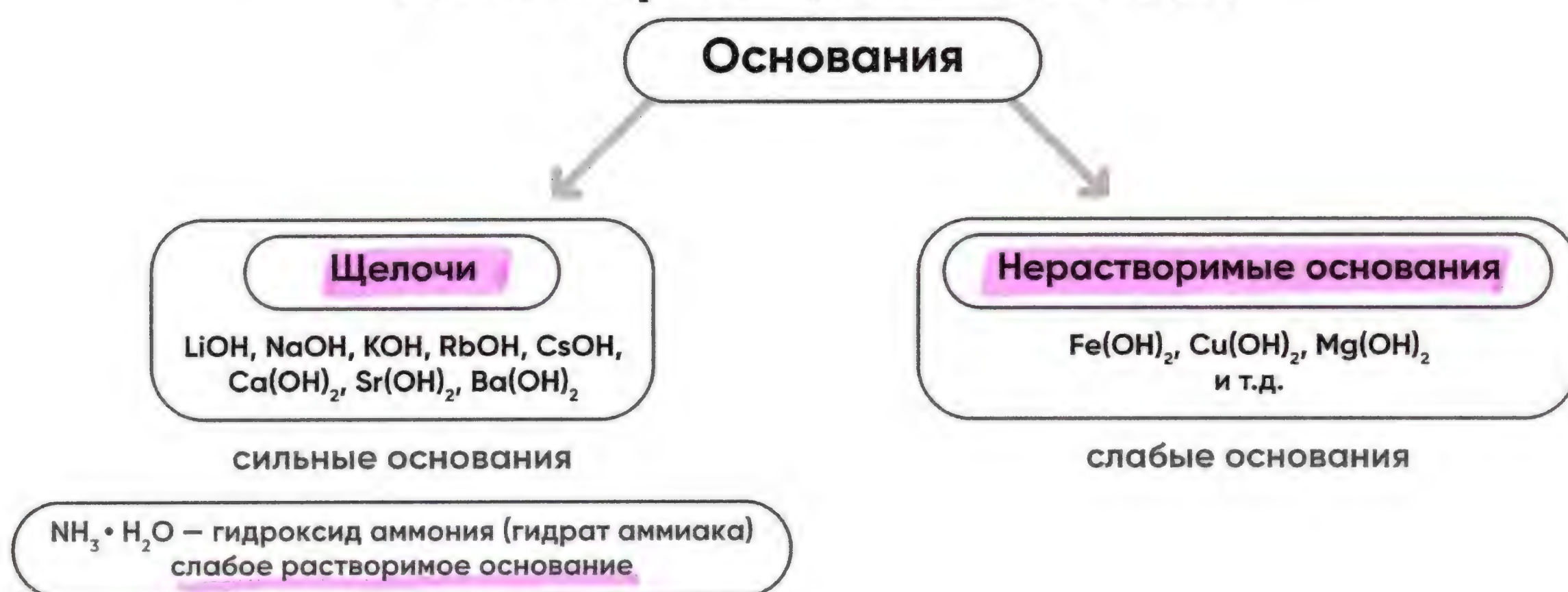
X	Y
4	3

Химические свойства оснований, амфотерных гидроксидов.

Химические свойства кислот.

Основания и амфотерные гидроксиды

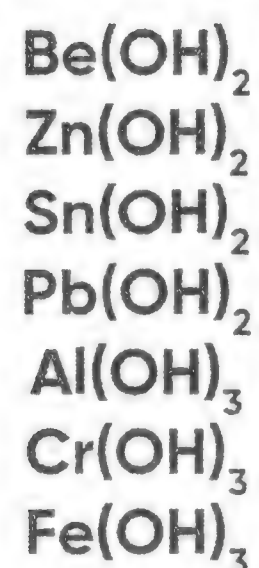
Классификация оснований



Физические свойства оснований

Твёрдые вещества (в обычных условиях)		
NaOH^* (гидроксид натрия)	Бесцветное гигроскопичное вещество <i>(впитывают влагу)</i>	
*аналогичные свойства имеют и другие гидроксиды ЩМ		
Ca(OH)_2 (гидроксид кальция)	Порошок белого цвета	
Fe(OH)_2 (гидроксид железа (II))	Серо-зеленый осадок	
Cu(OH)_2 (гидроксид меди (II))	Голубой осадок	
Mn(OH)_2 (гидроксид марганца (II))	Осадок телесного цвета	
Жидкие вещества (в обычных условиях)		
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (гидроксид аммония (гидрат аммиака))	Водный раствор аммиака – бесцветная жидкость с резким запахом	

Амфотерные гидроксиды



Физические свойства амфотерных гидроксидов

Твёрдые вещества (при обычных условиях)			
$\text{Be}(\text{OH})_2$ гидроксид бериллия	Белый осадок 	$\text{Cr}(\text{OH})_3$ гидроксид хрома (III)	Серо-зеленый осадок 
$\text{Zn}(\text{OH})_2$ гидроксид цинка	Белый осадок 	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ гидроксид железа (III)	Бурый осадок 
$\text{Al}(\text{OH})_3$ гидроксид алюминия	Белый осадок 		

Химические свойства оснований

Щелочи

1. Диссоциация в растворе: $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$

2. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

3. Взаимодействие с кислотами: $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

4. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ – в расплаве

$\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ – в растворе

5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{KAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ – в расплаве

$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ – в растворе

6. Взаимодействие с солями: $\text{CuCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cu}(\text{OH})_2$

7. Взаимодействие с металлами: $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

8. Взаимодействие с неметаллами: $3\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$

9. Взаимодействие с бинарными соединениями неметаллов:

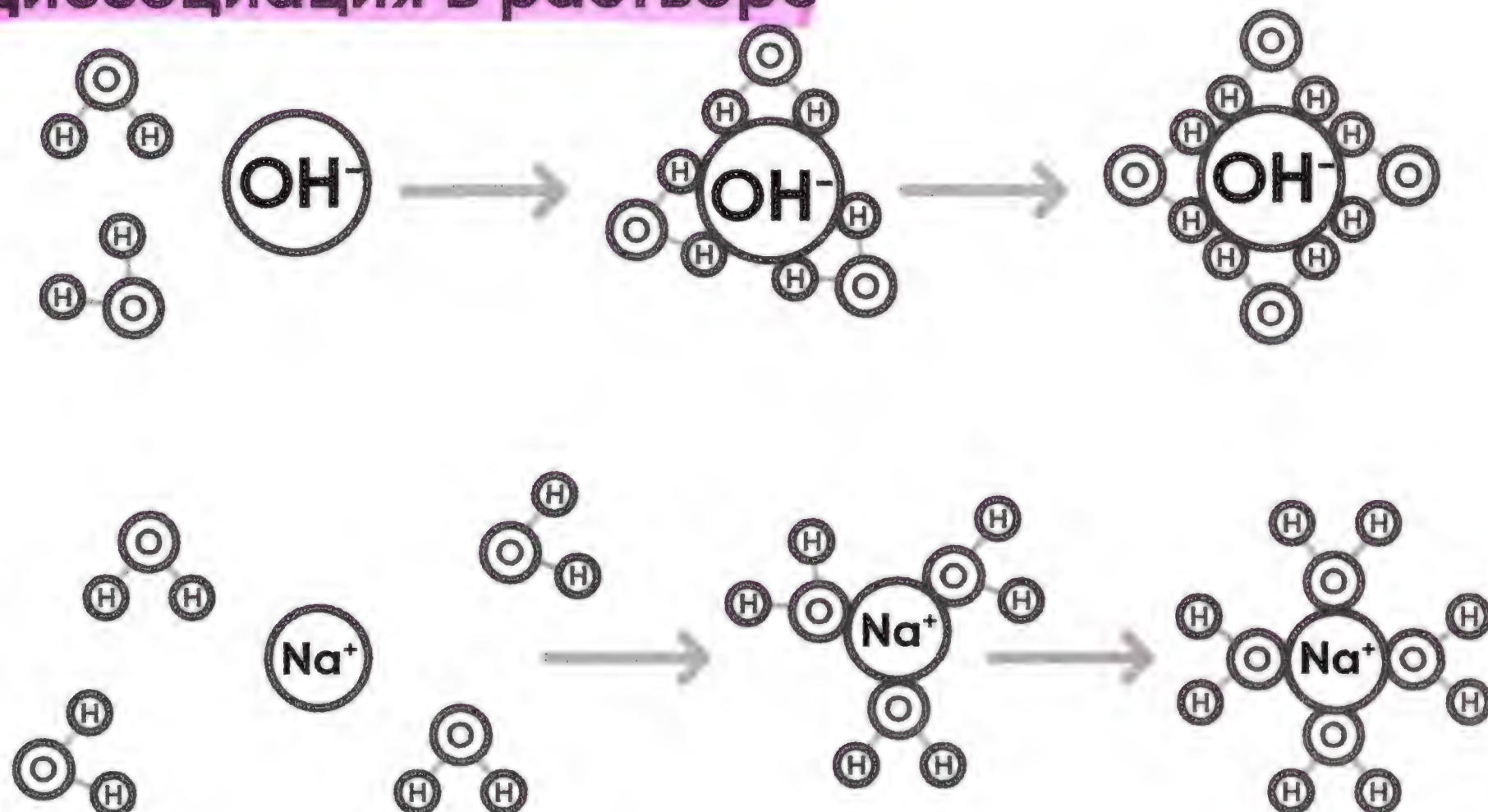
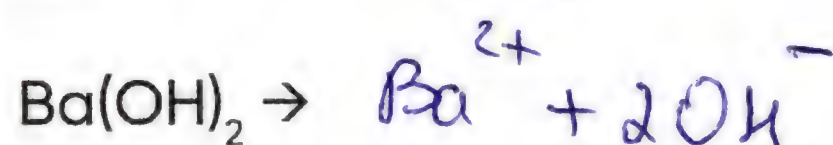
$\text{PCl}_3 + 5\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_3 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

10. Взаимодействие с галогенангидридами кислот: $\text{SOCl}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

11. Термическое разложение: $2\text{LiOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

Химические свойства щелочей

1. Диссоциация в растворе



Окраска индикаторов в различных средах

Индикаторы	Среда		
	Кислая $\text{pH} < 7$	Нейтральная $\text{pH} = 7$	Щелочная $\text{pH} > 7$
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Метилоранж	красный	оранжевый	жёлтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый

к_арс
к_ор_ж

3. Взаимодействие с кислотами

Реакция нейтрализации

Средняя соль

а) избыток щелочи:



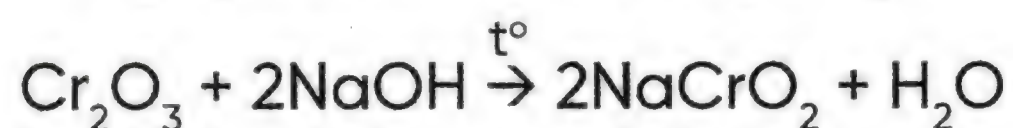
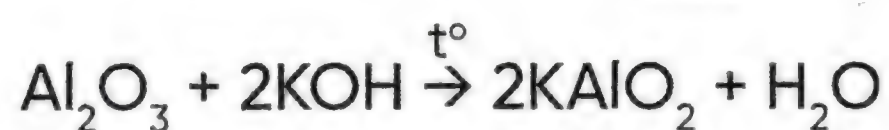
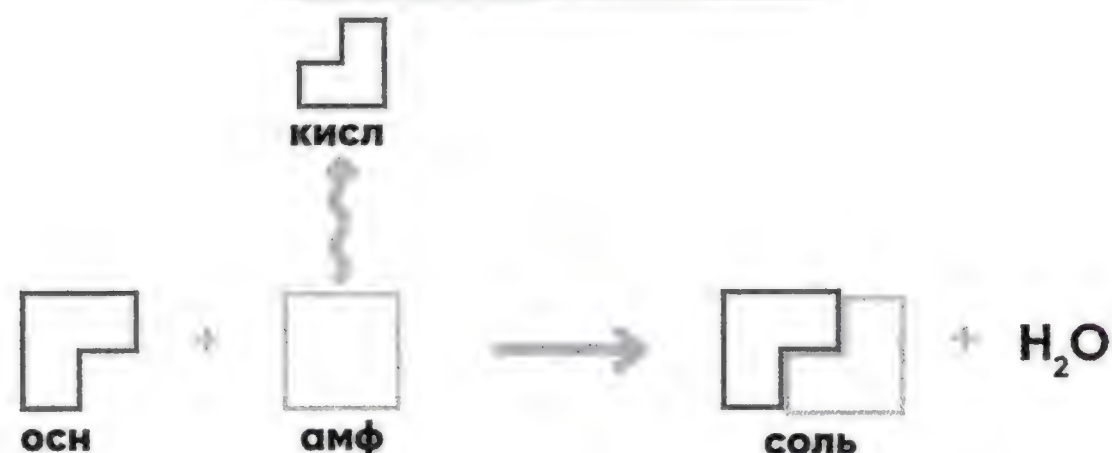
Кислая соль

б) избыток кислоты:

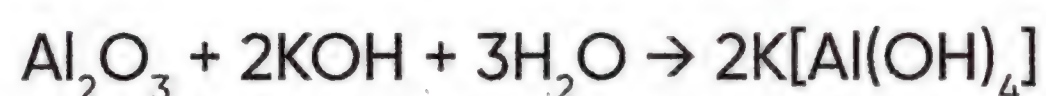
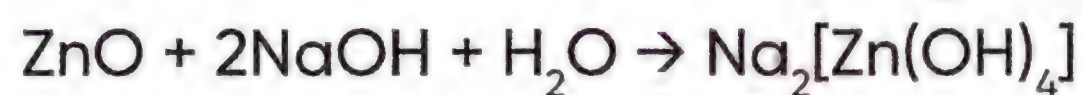
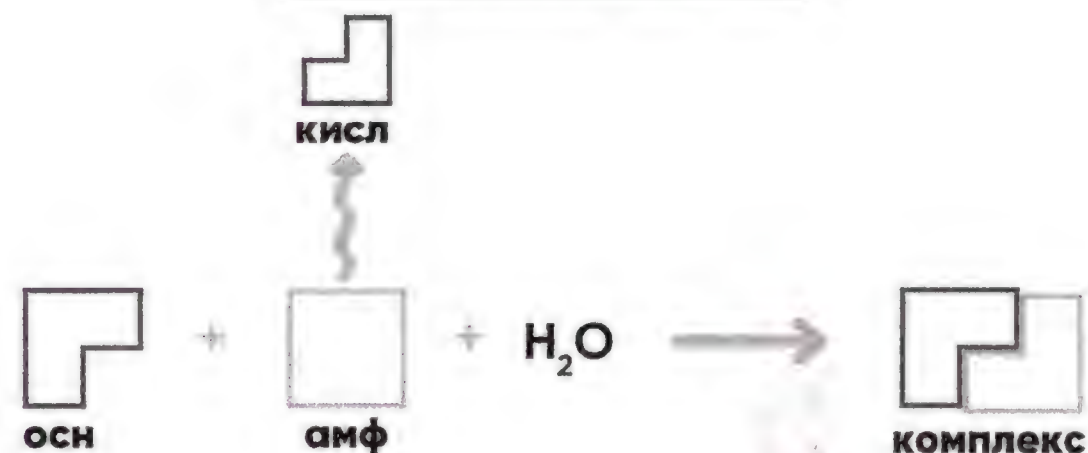


4. Взаимодействие с амфотерными оксидами

При сплавлении

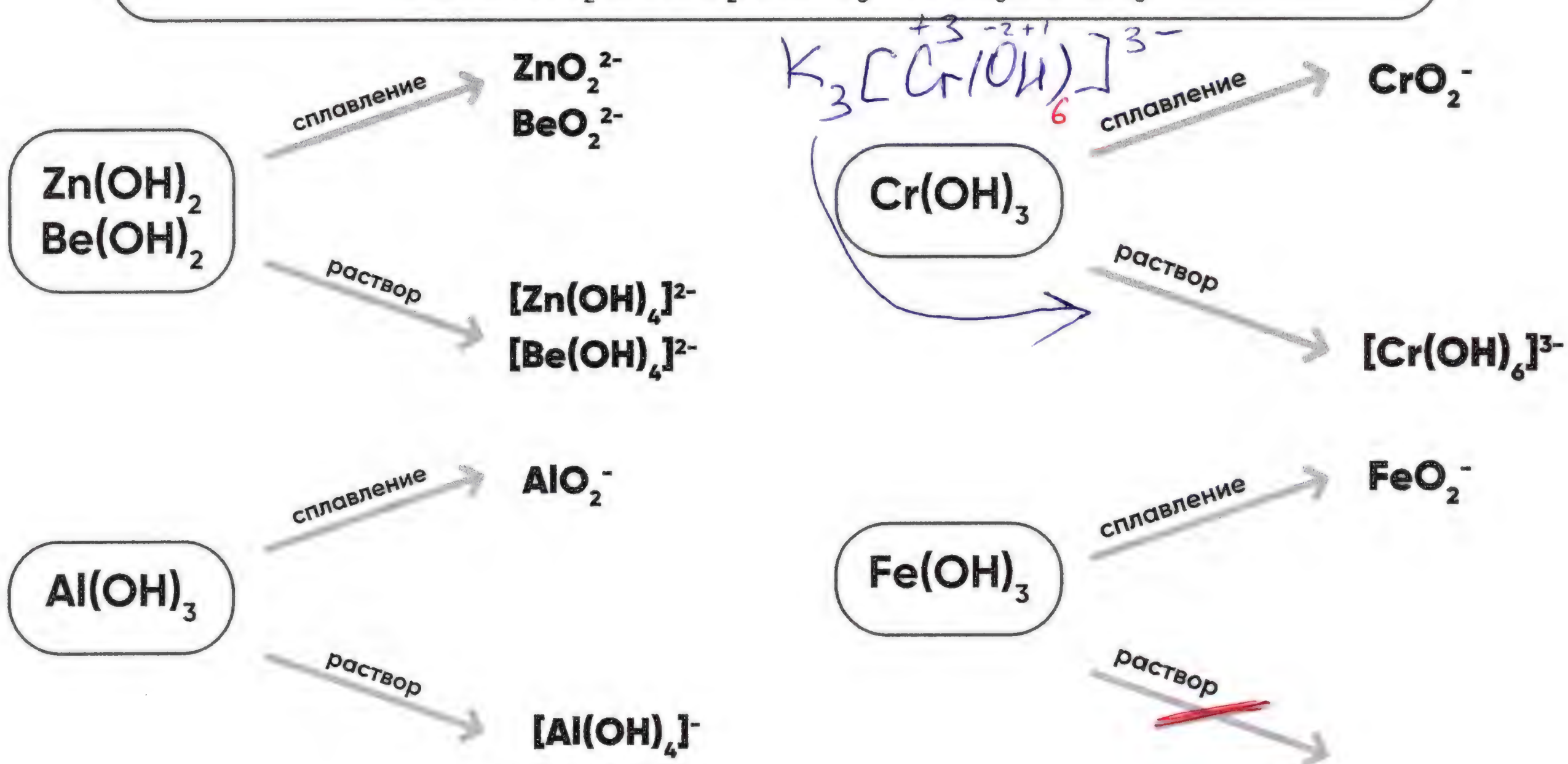


В растворе

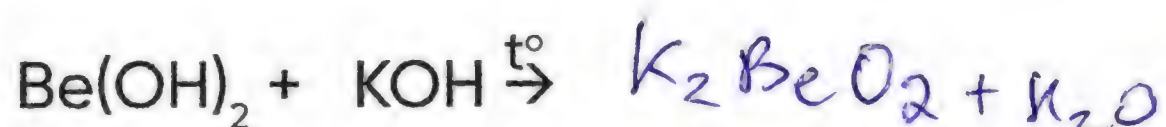
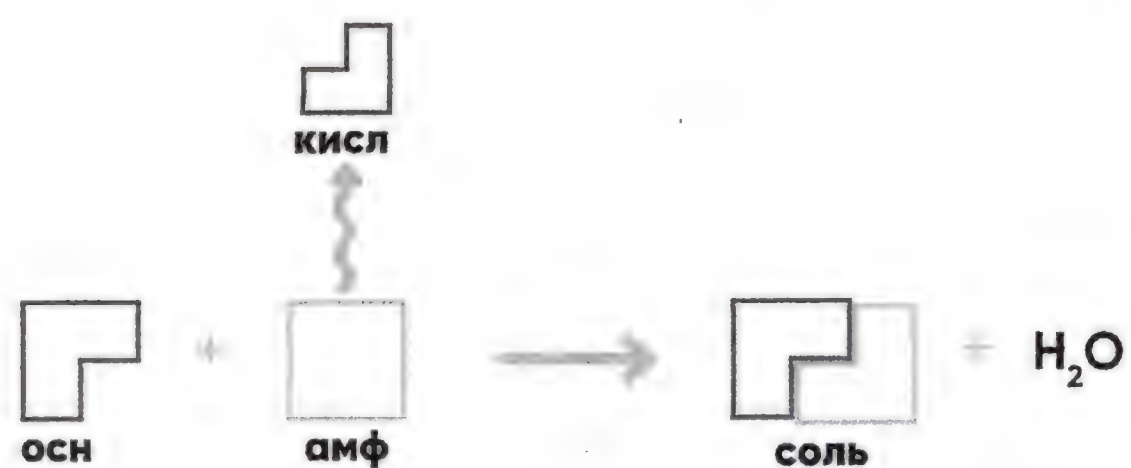


5. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами

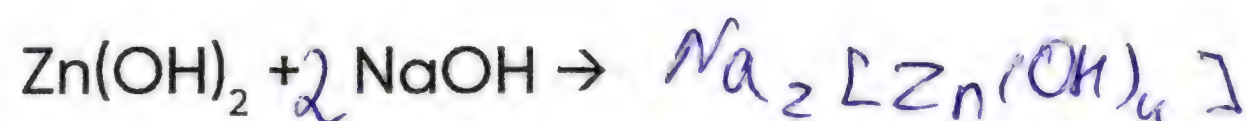
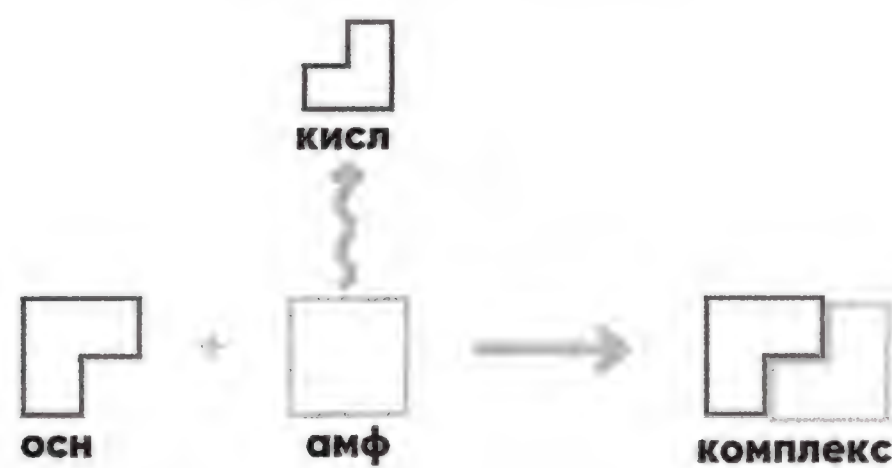
Амфотерные гидроксиды – могут реагировать и с кислотами, и с щелочами
Это $Zn(OH)_2$, $Be(OH)_2$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Fe(OH)_3$



При сплавлении



В растворе

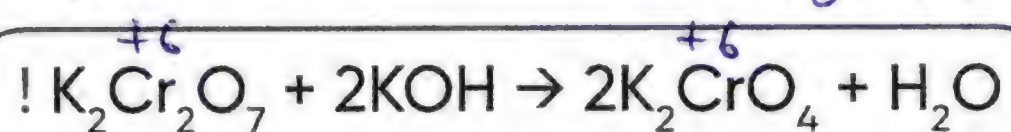


6. Взаимодействие с солями

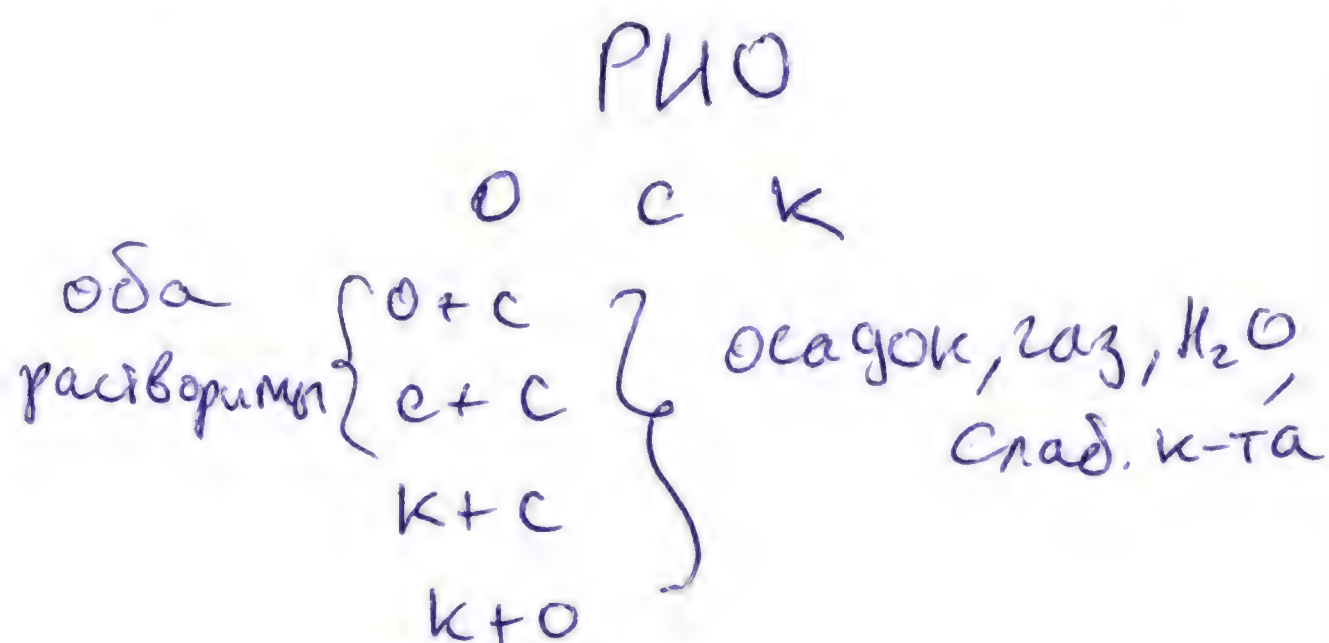
а) со средними солями:

Условия:

1. соль должна быть растворима
2. в продуктах – газ, осадок или слабый электролит (вода)

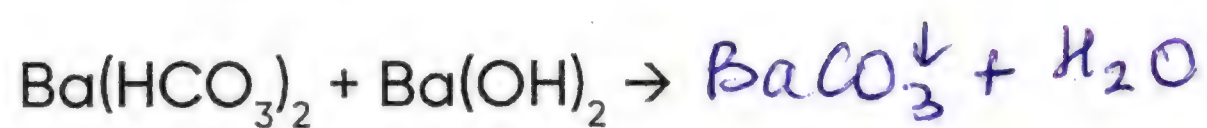


выделение газа с резким запахом (NH_3) – качественная реакция на соли аммония



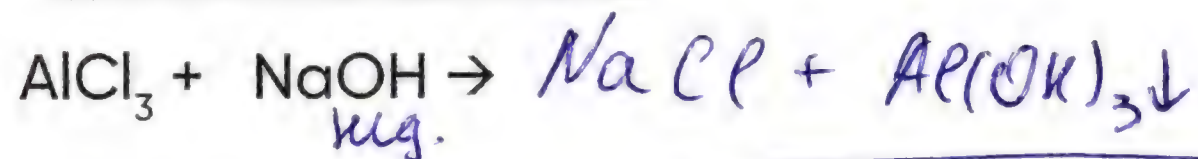
6. Взаимодействие с солями

б) с кислыми солями:

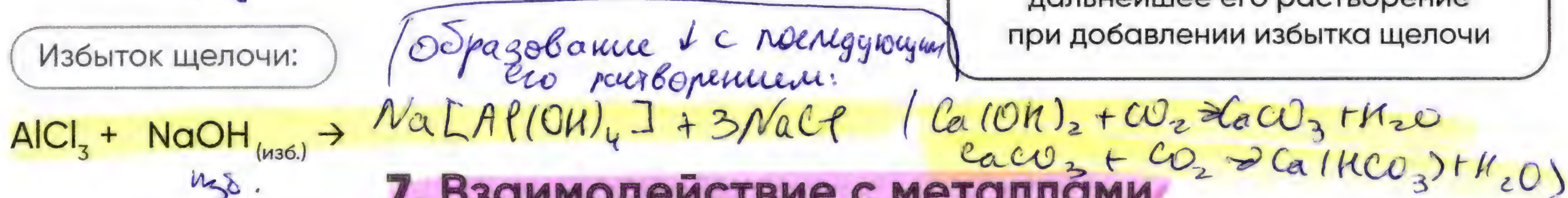


в) с солями цинка и алюминия:

Недостаток щелочи:



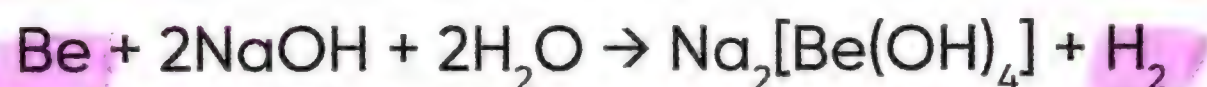
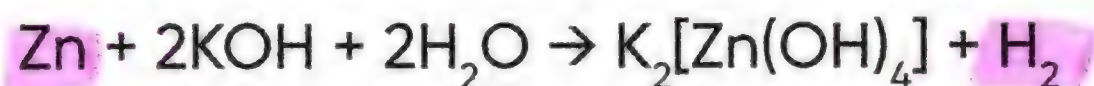
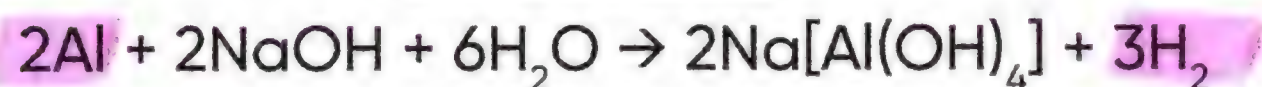
Избыток щелочи:



При взаимодействии солей Al и Zn с растворами щелочей происходит сначала выпадение осадка, а потом дальнейшее его растворение при добавлении избытка щелочи

7. Взаимодействие с металлами

с Al, Zn, Be



8. Взаимодействие с неметаллами

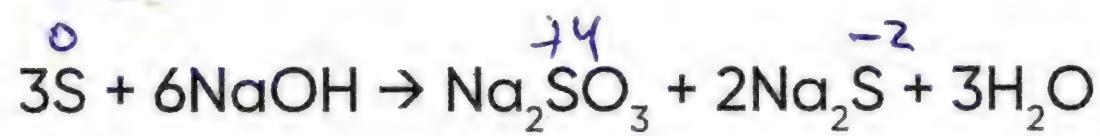
2 щелочи + S + P + Si + Al + Be + Zn

щелочи

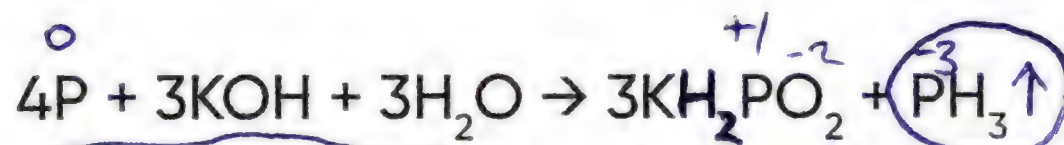
а) с галогенами:



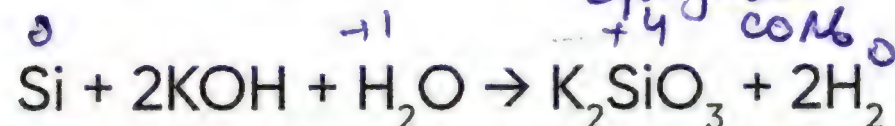
б) с серой:



в) с фосфором:

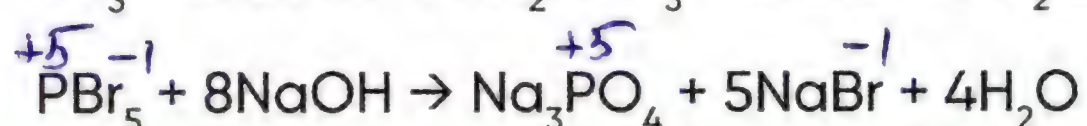
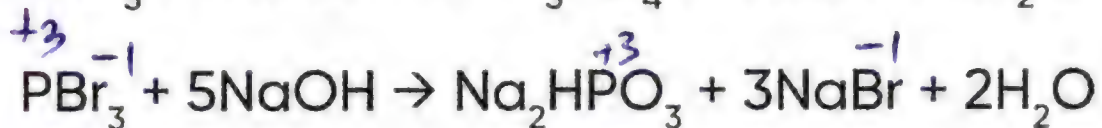
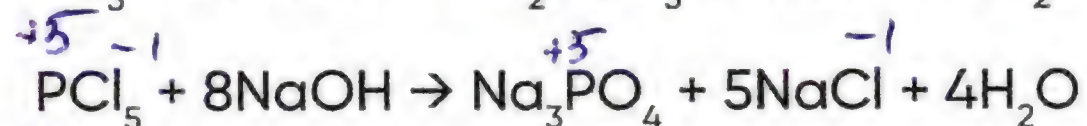
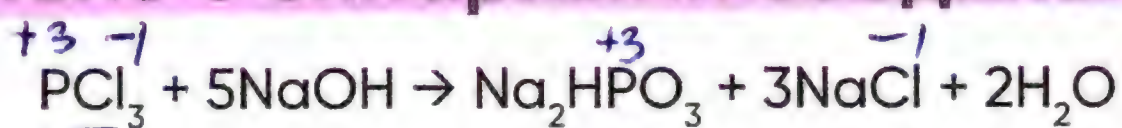


г) с кремнием:

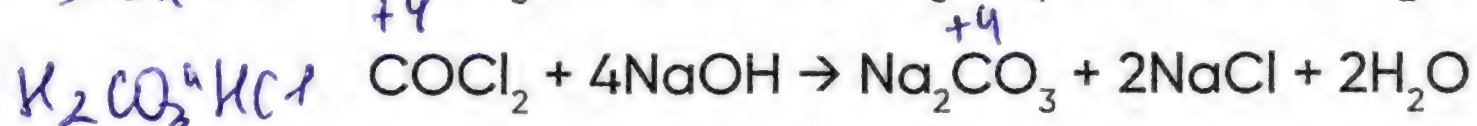
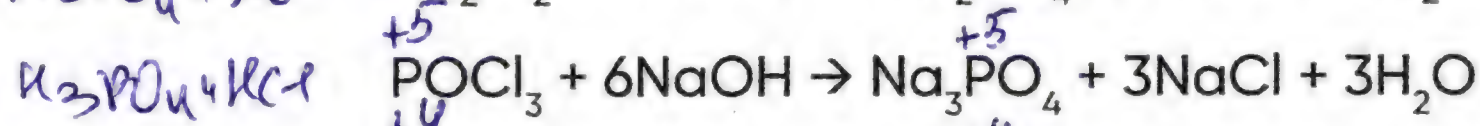
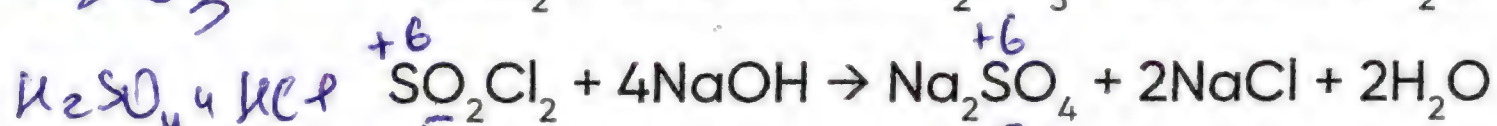


Si сам не покидает с.о.!

9. Взаимодействие с бинарными соединениями неметаллов



10. Взаимодействие с галогенангидридами кислот



Химические свойства нерастворимых оснований

1. Взаимодействие с кислотными оксидами: $\text{SO}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

2. Взаимодействие с кислотами: $\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

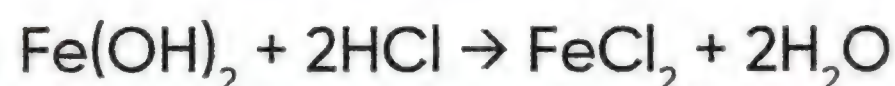
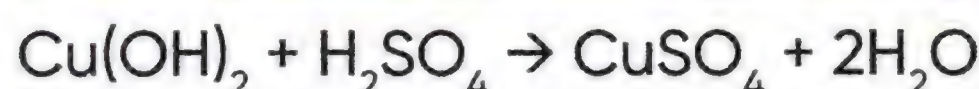
3. Термическое разложение: $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

4. Специфические свойства: $2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$

Нерастворимые основания не окрашивают растворы индикаторов!

2. Взаимодействие с кислотами

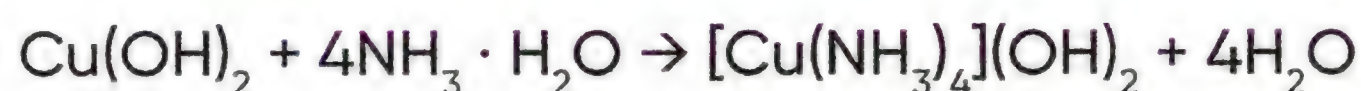
Кроме H_2SiO_3 , H_2SO_3 , H_2S и H_2CO_3



3. Термическое разложение

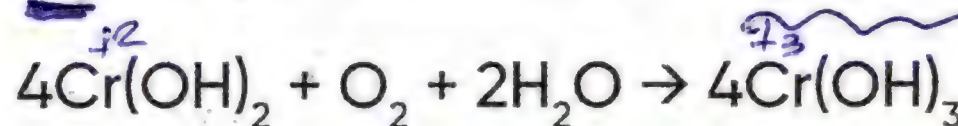
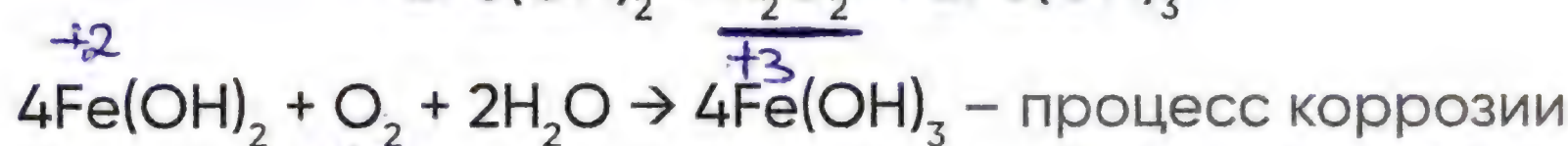
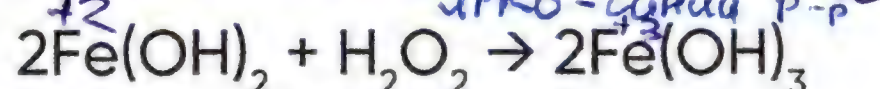
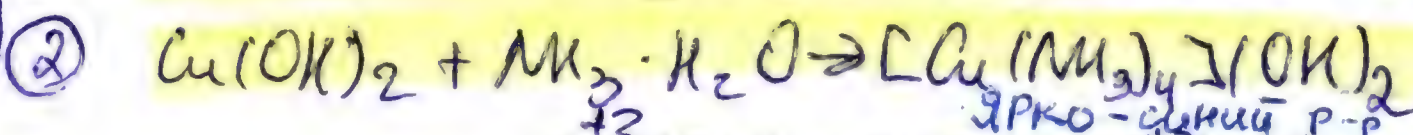


4. Специфические свойства



гидроксидтетраамми меди II

образование последующим его растворения



При добавлении избытка аммиака происходит растворение осадка гидроксида меди (II)

Химические свойства гидрата аммиака

1. Диссоциация: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

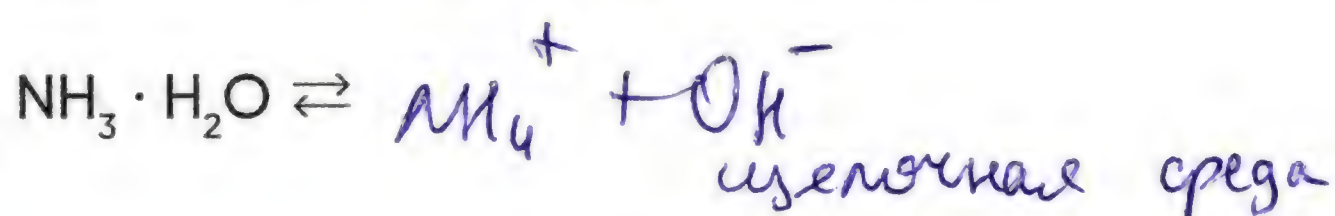
2. Взаимодействие с кислотами: $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

3. Взаимодействие с солями: $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}_2 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Fe}(\text{OH})_2$

4. Специфические свойства: $4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

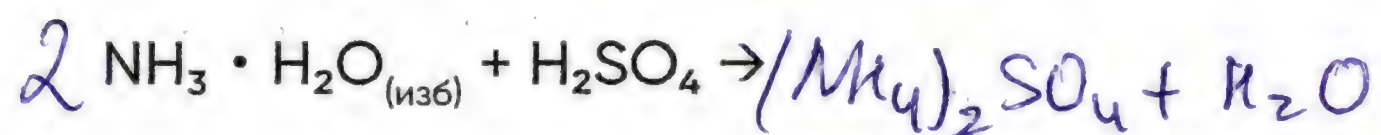
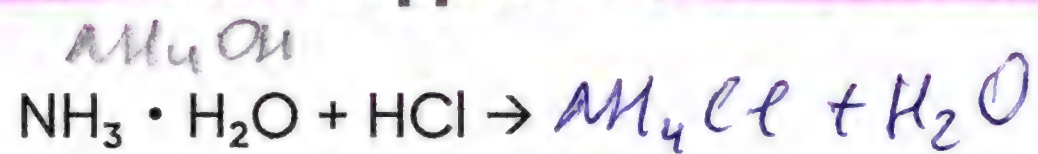
1. Диссоциация

- является слабым электролитом, диссоциирует обратимо
- даёт слабощелочную среду

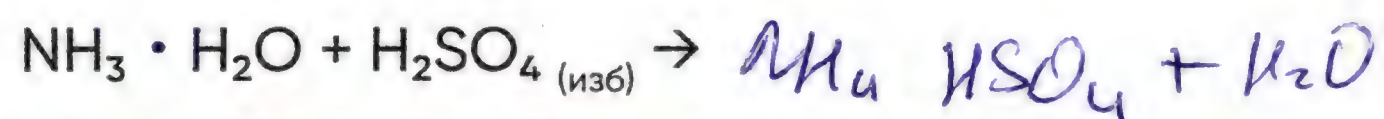


2. Взаимодействие с кислотами

а) средние соли:



б) кислые соли:

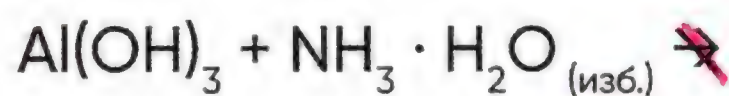


3. Взаимодействие с солями

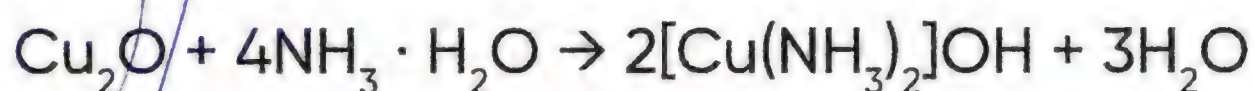
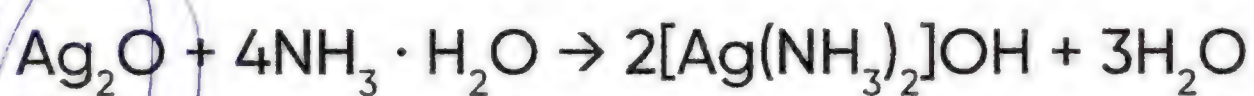
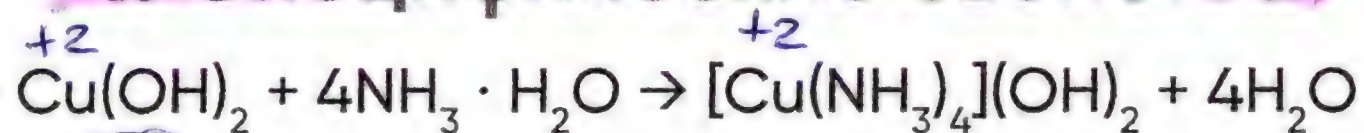
Условия:

1. соль должна быть растворима

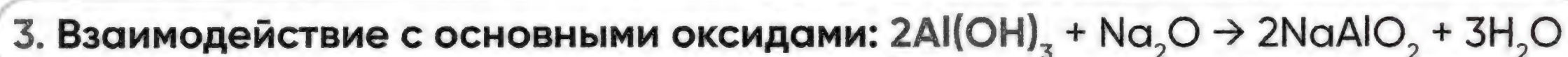
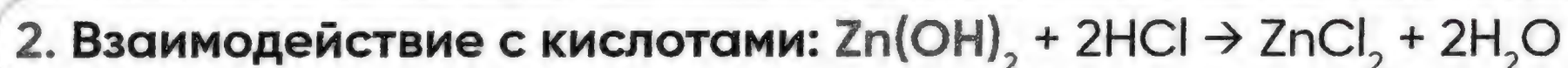
2. в продуктах – осадок



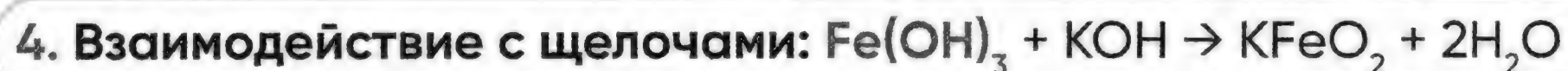
4. Специфические свойства



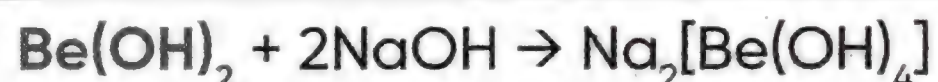
Амфотерные гидроксиды Химические свойства



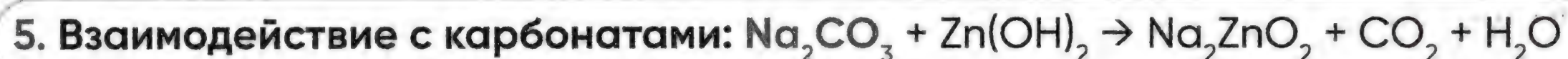
при сплавлении



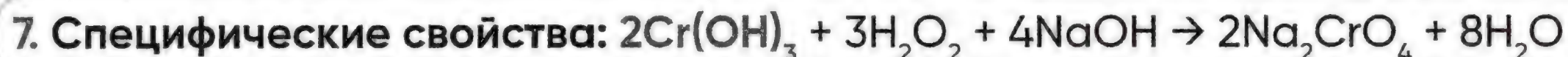
при сплавлении



в растворе



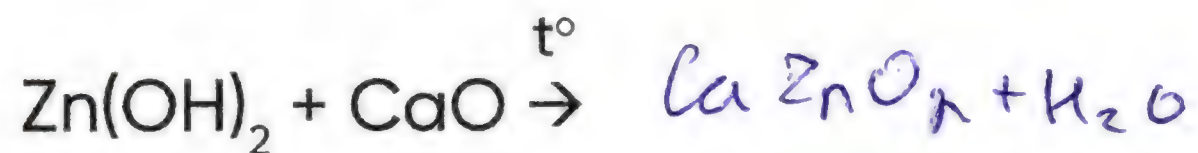
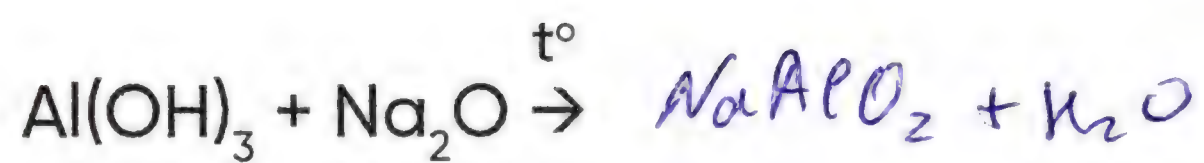
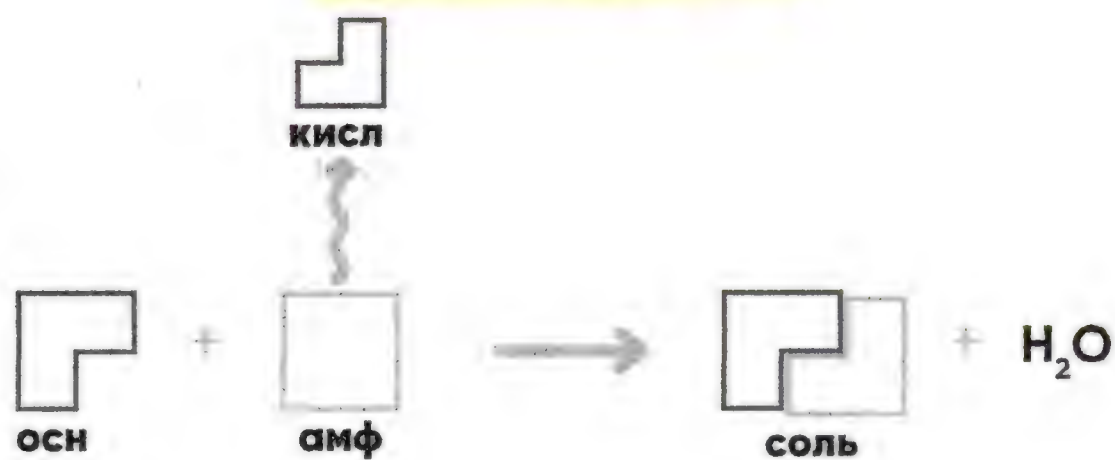
при сплавлении



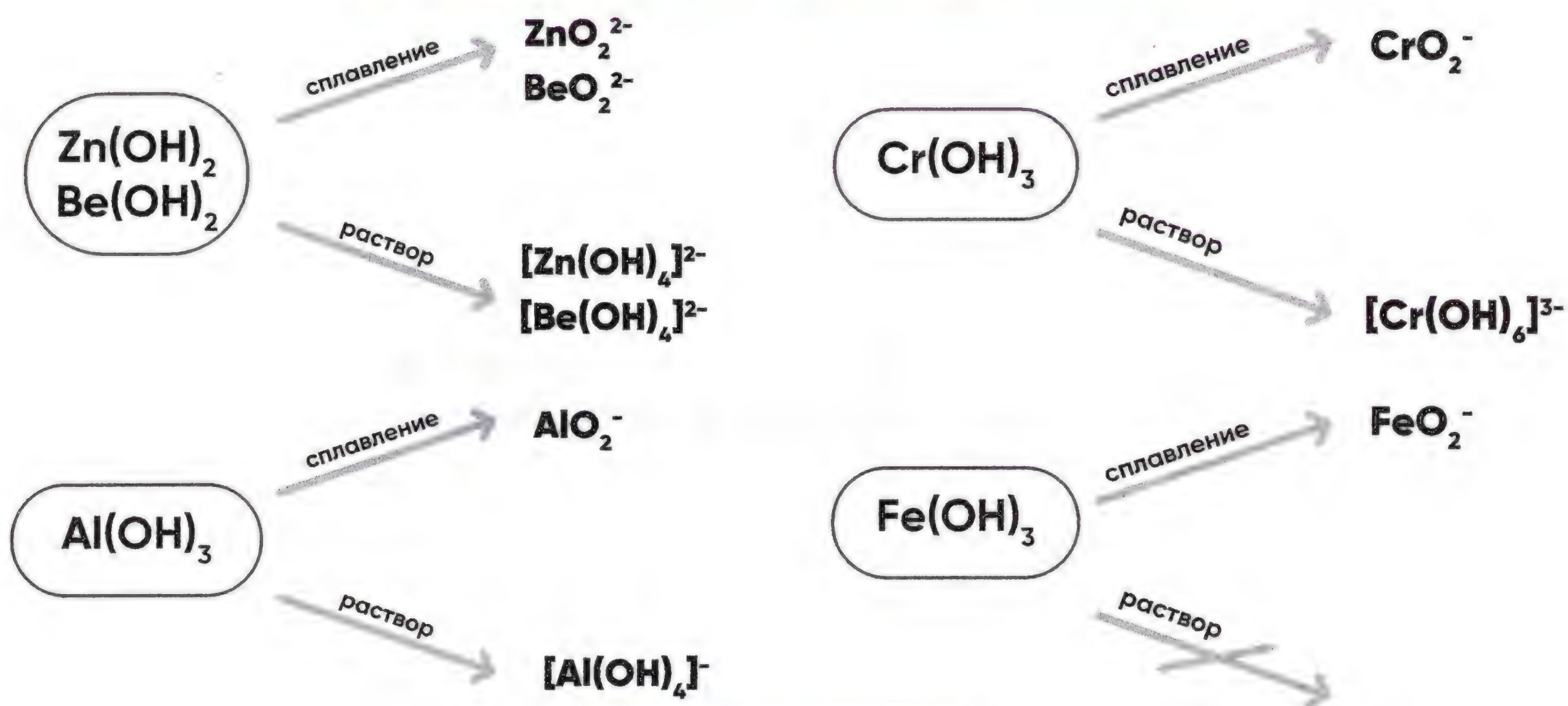
3. Взаимодействие с основными оксидами

! Только оксиды ЩМ и ЩЗМ

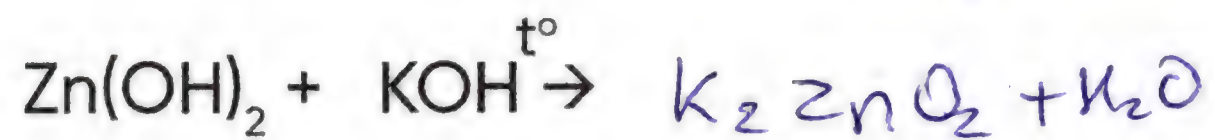
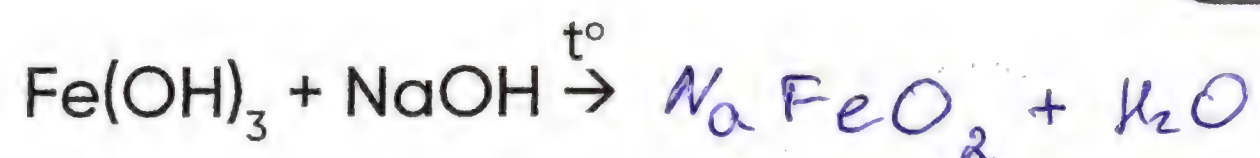
При сплавлении



4. Взаимодействие со щелочами



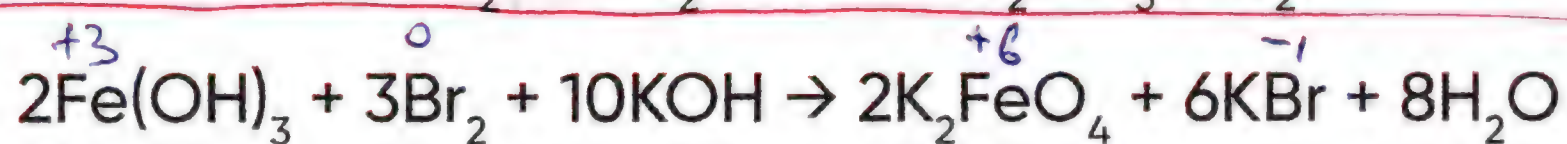
При сплавлении



В растворе



7. Специфические свойства



феррат

Химические свойства щелочей (обобщение)

Свойство	Реакция
Диссоциация в растворе	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ лакмус  синий метилоранж  жёлтый фенолфталеин  малиновый
Взаимодействие с кислотными оксидами	$\text{P}_2\text{O}_5 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{изб.}) \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{SO}_2 (\text{изб.}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$
Взаимодействие с кислотами	$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{изб.}) \rightarrow \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с амфотерными оксидами	В расплаве: $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{KAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ В растворе: $\text{ZnO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
Взаимодействие с амфотерными гидроксидами	В расплаве: $\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{KAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ В растворе: $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
Взаимодействие с солями	$\text{CuCl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{Cu}(\text{OH})_2$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{KCl}$ $\text{KHCO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{AlCl}_3 (\text{изб.}) + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$ $\text{AlCl}_3 + 4\text{NaOH} (\text{изб.}) \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NaCl}$

Свойство	Реакция
Взаимодействие с металлами	$2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$ $\text{Zn} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$ $\text{Be} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
Взаимодействие с неметаллами	$3\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$ $4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{KH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$ $\text{Si} + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$ $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} (\text{на холоде})$ $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}^*$ * - для Br₂ аналогично
Взаимодействие с бинарными соединениями неметаллов	$\text{PCl}_3 + 5\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_3 + 3\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с галогенангидридами кислот	$\text{SOCl}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
Термическое разложение	$2\text{LiOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

Химические свойства нерастворимых оснований (обобщение)

Свойство	Реакция
Взаимодействие с кислотными оксидами	$\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{SO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с кислотами (кроме H_2SiO_3 , H_2SO_3 , H_2S и H_2CO_3)	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Термическое разложение	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
Специфические свойства	$2\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Химические свойства гидроксида аммония (обобщение)

Свойство	Реакция
Диссоциация в растворе	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ лакмус  синий метилоранж  жёлтый фенолфталеин  малиновый
Взаимодействие с кислотами	средние соли $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} (\text{изб}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ кислые соли $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{изб}) \rightarrow \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с солями	$\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ $\text{FeSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Специфические свойства	$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 3\text{H}_2\text{O}$

Обобщение химических свойств амфотерных гидроксидов

Химическое свойство	Пример реакции
Взаимодействие с кислотными оксидами	$2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с кислотами	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с основными оксидами	При сплавлении: $2\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие со щелочами	При сплавлении: $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KFeO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ В растворе: $\text{Be}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$
Взаимодействие с карбонатами	При сплавлении: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Разложение	При нагревании: $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
Специфические свойства	$2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 8\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Br}_2 + 10\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O}$

Кислоты

Физические свойства кислот

HNO_3 (разб.)	Бесцветная маслянистая жидкость с резким запахом, на воздухе дымит	
H_2SO_4	Тяжёлая маслянистая жидкость без цвета и запаха	
H_2SiO_3	Гелеобразная нерастворимая в воде кислота	
H_3PO_4	Обычно встречается в водном растворе	
HCl	Бесцветная, прозрачная, едкая жидкость, «дымящаяся» на воздухе	
HF	Бесцветная летучая жидкость	
HMnO_4	В свободном виде не выделена, существует в виде фиолетового водного раствора	
H_2S	Бесцветный газ с запахом тухлых яиц, в растворе слабая кислота	
H_2CO_3	Слабая неустойчивая кислота, существует только в растворе, разлагается на CO_2 и H_2O	
H_2SO_3	Слабая неустойчивая кислота, существует только в растворе, разлагается на SO_2 и H_2O	
CH_3COOH	Бесцветная жидкость с характерным запахом уксуса и кислым вкусом	

Химические свойства кислот

1. Диссоциация в растворе, окрашивание индикаторов: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
2. Взаимодействие с металлами: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
3. Взаимодействие с основными оксидами: $2\text{HCl} + \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4. Взаимодействие с основаниями: $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
5. Взаимодействие с амфотерными оксидами: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
6. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами: $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HBr} \rightarrow \text{ZnBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. Взаимодействие с солями: $\text{K}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{S}$

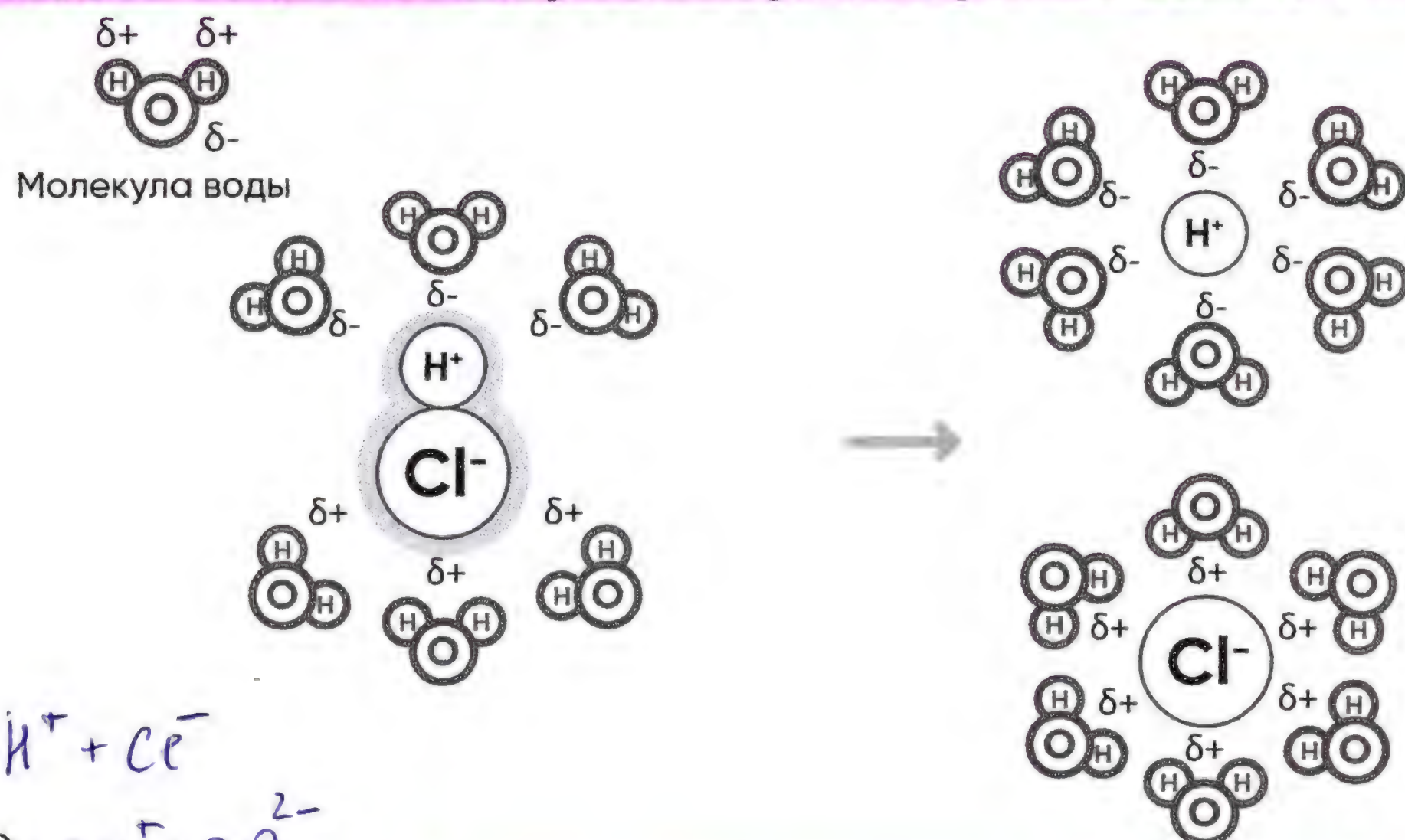
8. Взаимодействие с аммиаком: $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

9. Взаимодействие с бинарными соединениями: $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$

10. Термическое разложение: $\text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$

11. Специфические свойства: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

1. Диссоциация в растворе, окрашивание индикаторов



слабые кислоты практически не диссоциируют в растворе

2. Взаимодействие с металлами

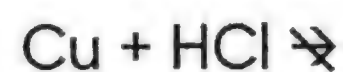
металлы, стоящие в ряду активности до водорода

кроме H_2SO_3 , H_2CO_3 , H_2SiO_3 , H_2S

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается



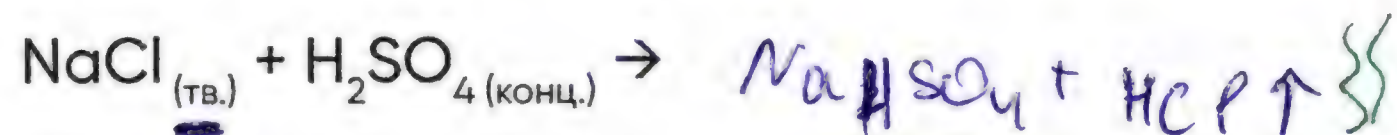
$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ и HNO_3 в любой концентрации – кислоты-окислители при реакции с металлами не выделяют водород

7. Взаимодействие с солями

Со средними солями

образуется газ, осадок или малодиссоциирующее вещество

• Выделение газа



H_2O , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и слабые кислоты

лабораторный способ получения хлороводорода

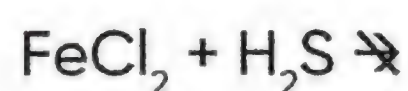
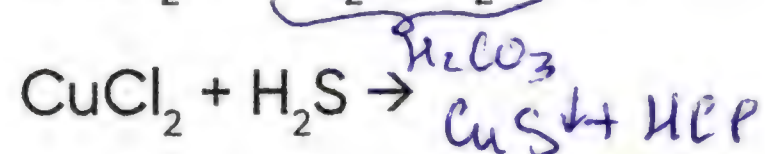
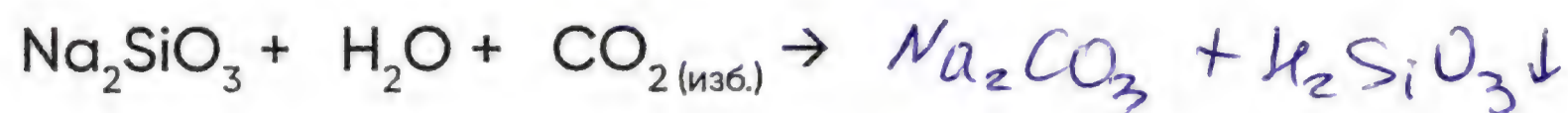
• Образование малодиссоциирующего вещества

Сл. к-та



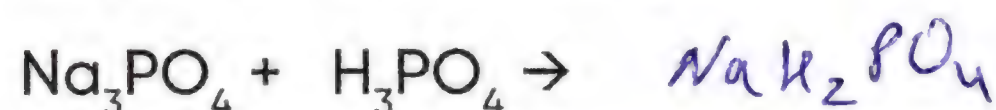
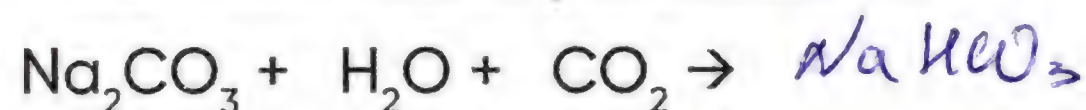
образуется газ, осадок или малодиссоциирующее вещество

• Образование осадка



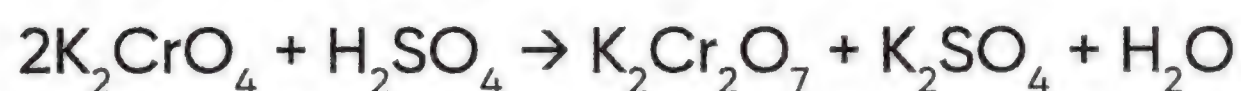
H_2O , $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
и слабые кислоты

• Образование кислой соли



Соли, растворимые в кислотах	Соли, нерастворимые в кислотах
FeS	AgCl
MgS	AgBr
ZnS	AgI
BaCO ₃	CuS
CaCO ₃	PbS
MgCO ₃	HgS
Ca ₃ (PO ₄) ₂	BaSO ₄
Ag ₃ PO ₄	Ag ₂ S
и др.	SrSO ₄

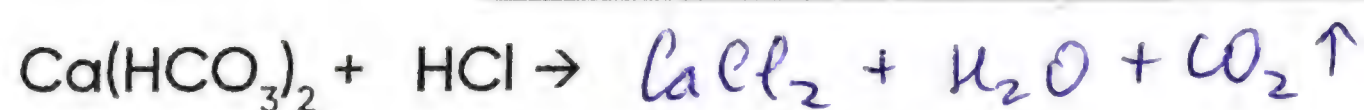
Переход хромата в дихромат

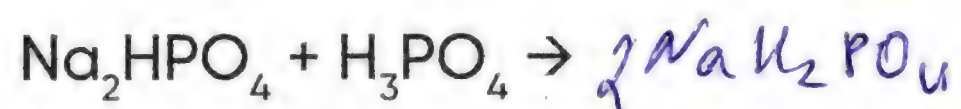


7. Взаимодействие с солями

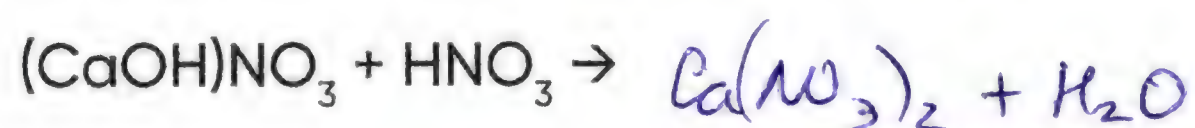
С кислыми солями

образуется газ, осадок или малодиссоциирующее вещество

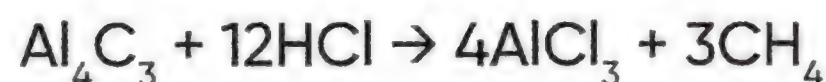
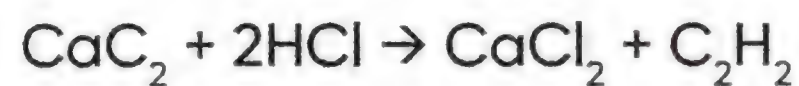
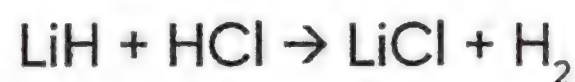
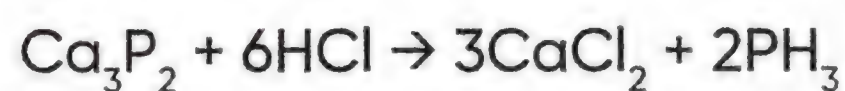
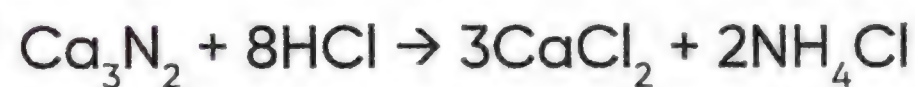
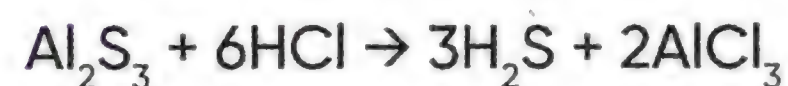
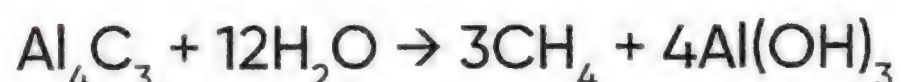
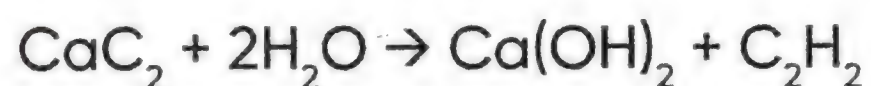
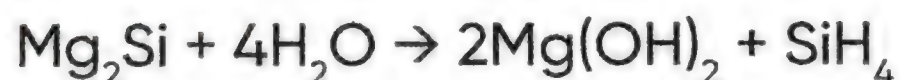
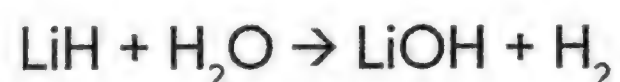
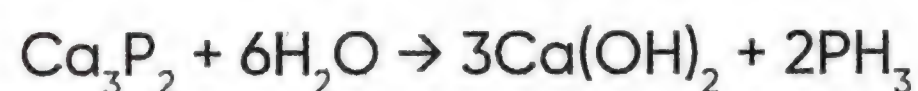
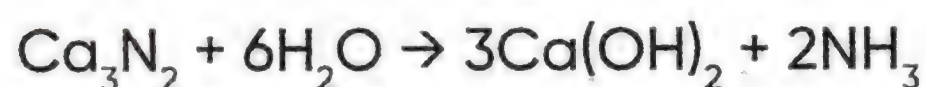
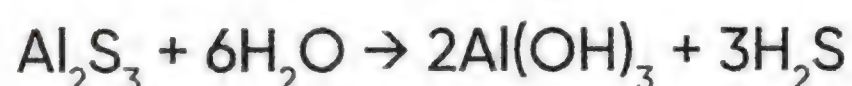
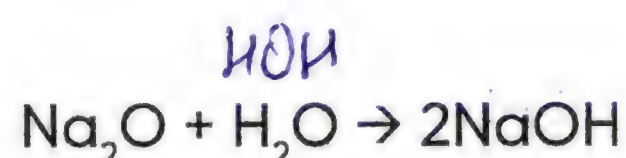
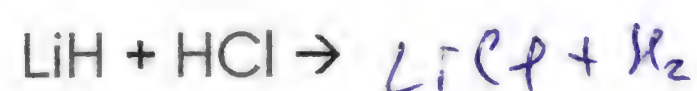
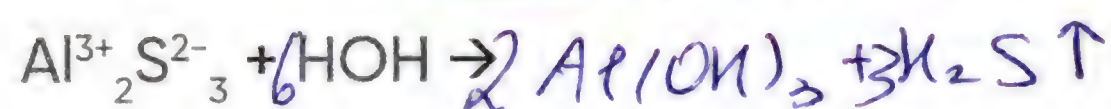




С ОСНОВНЫМИ СОЛЯМИ

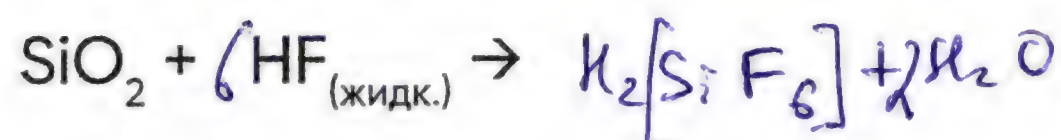
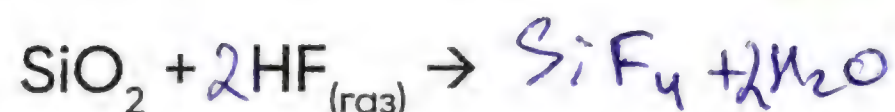


9. Взаимодействие с бинарными соединениями

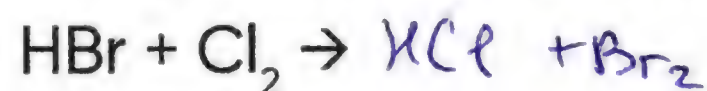


Обратите
внимание!

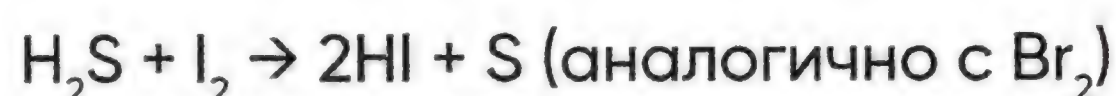
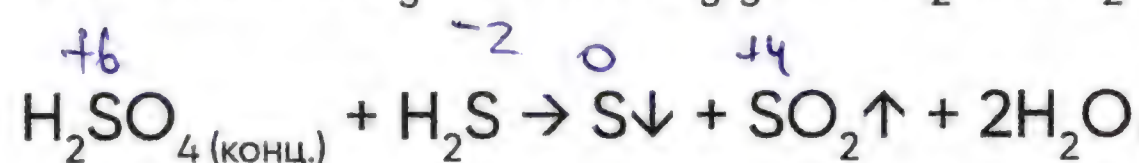
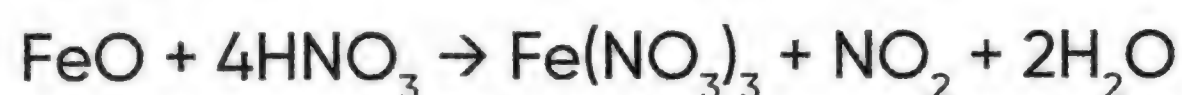
11. Специфические свойства



Вытеснение менее активного галогена
из галогеноводородной кислоты



H_2SO_4 (конц.) и HNO_3 —
проявляют окислительные свойства



S

VII
(H)
9 19,00 F Фтор
17 35,45 Cl Хлор
25 Mn 54,94 Марганец
35 79,90 Br Бром
43 Tc 98,91 Технеций
53 126,90 I Иод

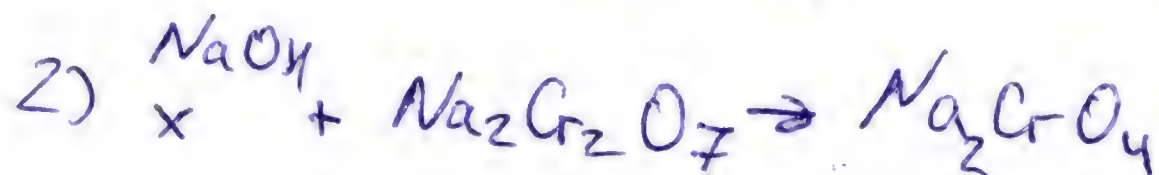
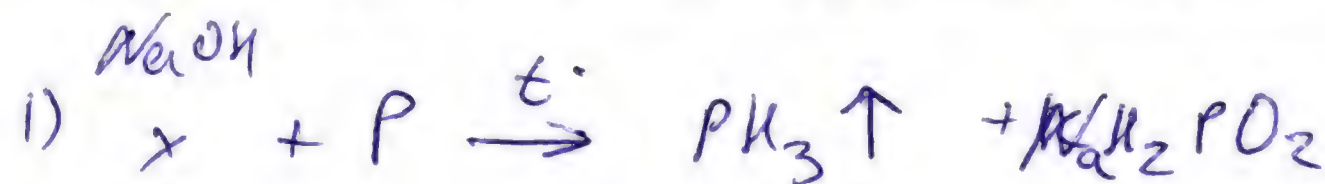
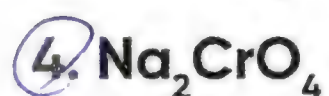
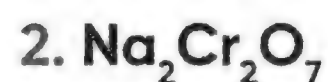
Активность галогена

Химические свойства кислот (обобщение)

Свойство	Реакция
1. Диссоциация в растворе	$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ лакмус метилоранж фенолфталеин    красный красный бесцветный
2. Взаимодействие с металлами	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
3. Взаимодействие с основными оксидами	$2\text{HCl} + \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
4. Взаимодействие с основаниями	$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$
5. Взаимодействие с амфотерными оксидами	$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
6. Взаимодействие с амфотерными гидроксидами	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HBr} \rightarrow \text{ZnBr}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
7. Взаимодействие с солями	Со средними солями: $\text{K}_2\text{S} + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{H}_2\text{S}$ $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{NaH}_2\text{PO}_4$ С кислыми солями: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 \uparrow$ С основными солями: $(\text{FeOH})\text{Cl} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8. Взаимодействие с аммиаком	$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
9. Взаимодействие с бинарными соединениями	$\text{Ca}_3\text{N}_2 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
10. Термическое разложение	$\text{H}_2\text{SiO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{O} + \text{SiO}_2$
11. Специфические свойства	$\text{SiO}_2 + 4\text{HF}_{(\text{газ})} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ Вытеснение менее активного галогена из галогеноводородной кислоты $2\text{HBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{Br}_2$ $2\text{HI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl} + \text{I}_2$ H_2SO_4 (конц.) и HNO_3 — проявляют окислительные свойства $\text{FeO} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Задание 1 (КИМ 6)

В двух пробирках находится раствор вещества **X**. В первую пробирку добавили фосфор и нагрели, при этом наблюдалось выделение газа. Во вторую пробирку добавили раствор соли оранжевого цвета. В результате реакции во второй пробирке наблюдали образование желтого раствора вещества **Y**. Выберите из предложенного перечня вещества, которые соответствуют **X** и **Y**. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.



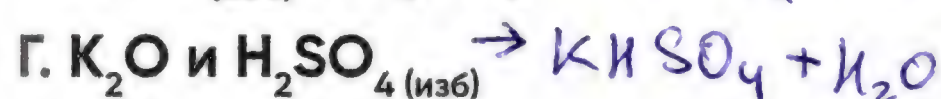
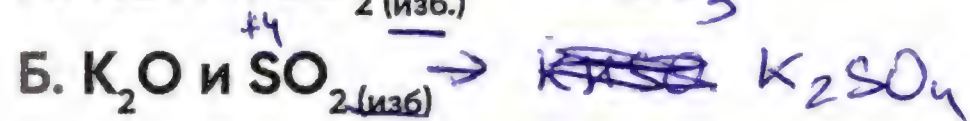
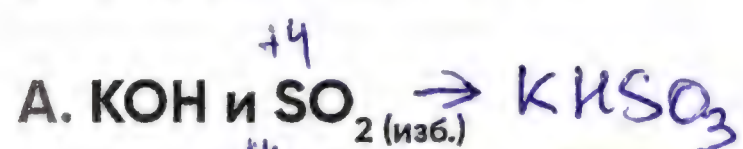
Ответ:

X	Y
5	4

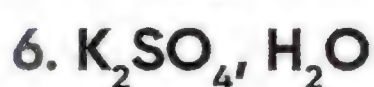
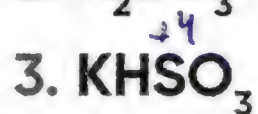
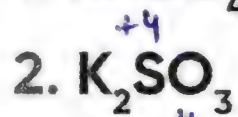
Задание 2 (КИМ 8)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Исходные вещества



Продукты

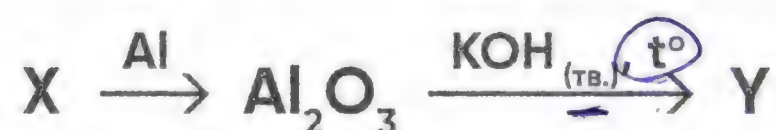


Ответ:

A	Б	В	Г
3	2	6	1

Задание 3 (КИМ 9)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами **X** и **Y**.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

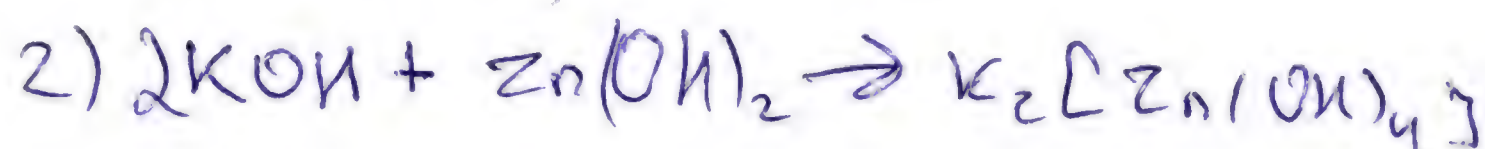
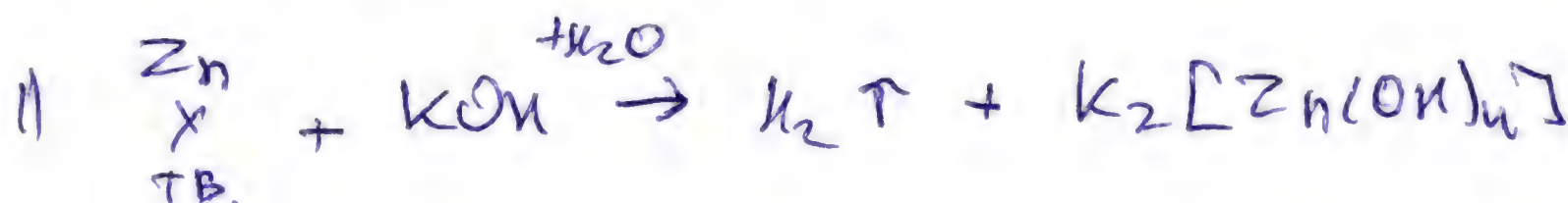
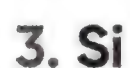
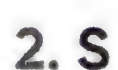
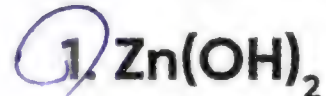


Ответ:

X	Y
4	2

Задание 4 (КИМ 6)

Даны две пробирки. В первой пробирке находится твердое вещество **X**, при добавлении к которому раствора гидроксида калия наблюдается выделение пузырьков газа и образование раствора сложного вещества. Во второй пробирке находится раствор гидроксида калия, который реагирует с веществом **Y** с образованием того же сложного вещества, что и в первой пробирке. Выберите из предложенного перечня вещества, которые соответствуют **X** и **Y**. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.



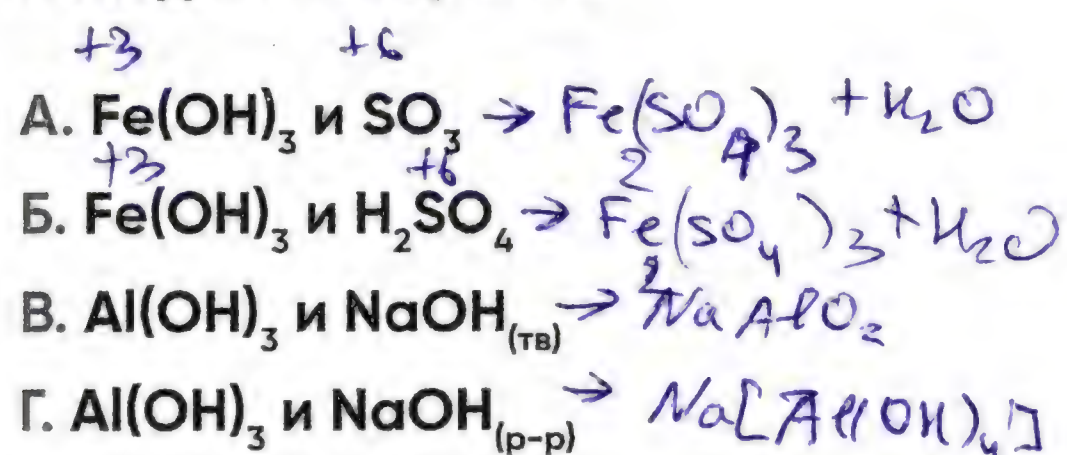
Ответ:

X	Y
4	1

Задание 5 (КИМ 8)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Исходные вещества



Продукты

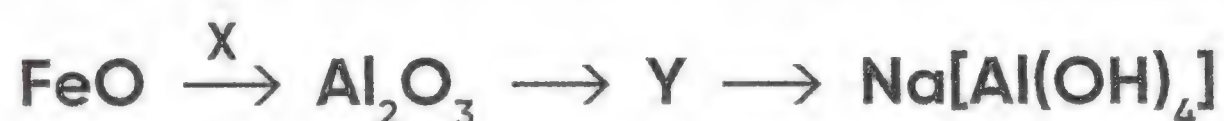
1. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{FeSO}_4, \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
4. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3, \text{H}_2$
5. $\text{Fe}_2(\text{SO}_3)_3, \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{NaAlO}_2, \text{H}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В	Г
1	1	6	3

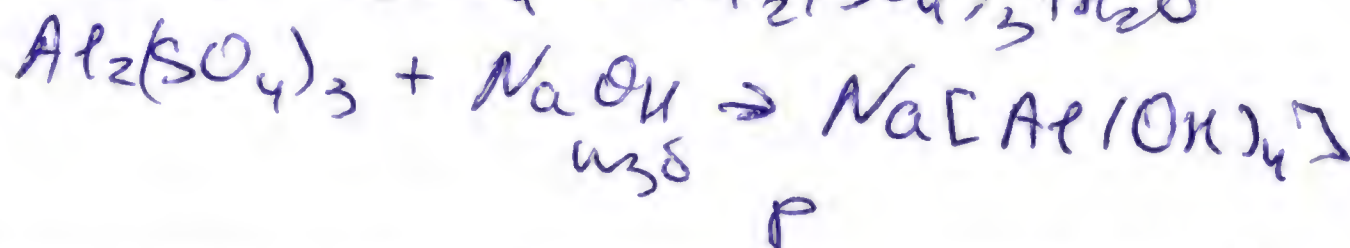
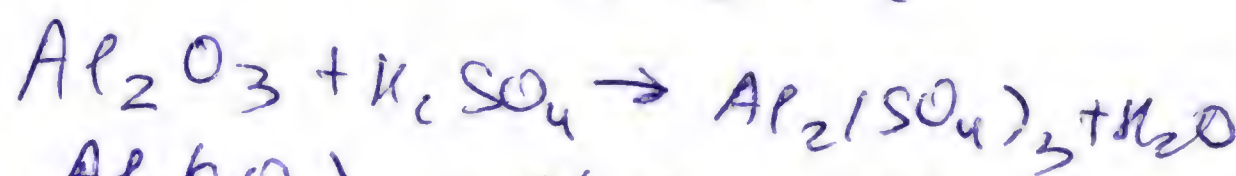
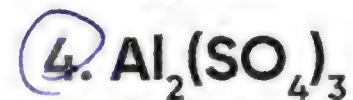
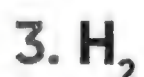
Задание 6 (КИМ 9)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

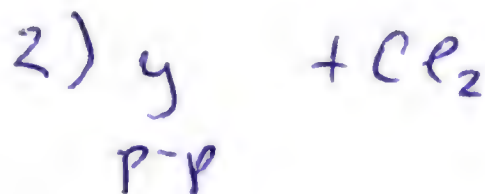
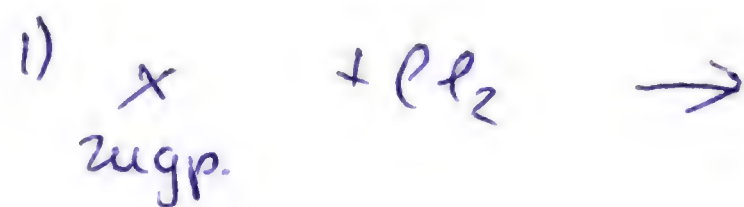
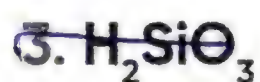


Ответ:

X	Y
5	4

Задание 7 (КИМ 6)

Даны две пробирки. В первую пробирку поместили раствор гидроксида X, а во вторую раствор вещества Y. Через оба раствора пропустили газообразный хлор. В первой пробирке протекала реакция с образованием прозрачного раствора, а во второй — изменение окраски раствора с бесцветной на бурую. Выберите из предложенного перечня вещества, которые соответствуют X и Y. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.



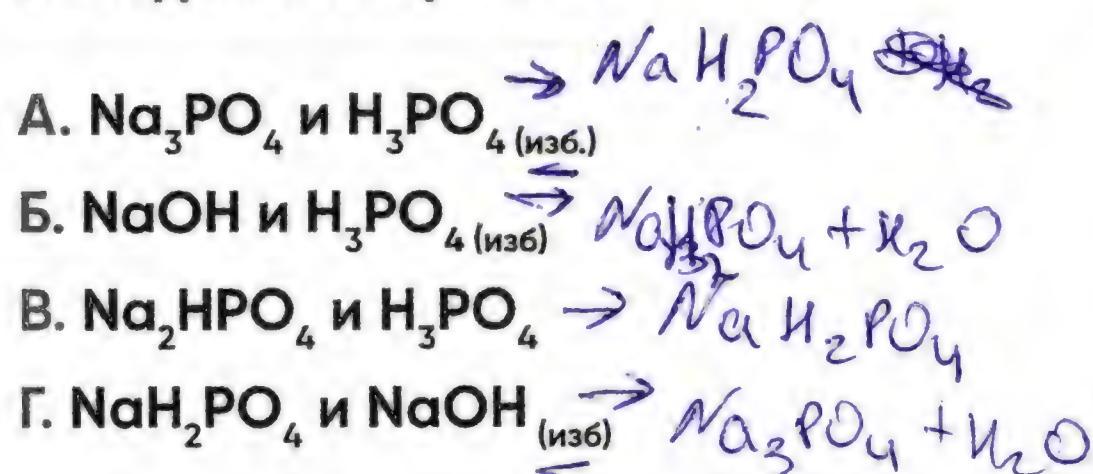
Ответ:

X	Y
1	3

Задание 8 (КИМ 8)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Исходные вещества



Продукты

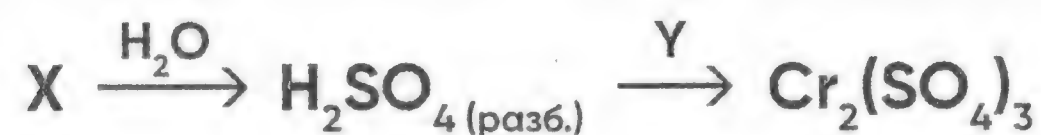
1. $\text{Na}_3\text{PO}_4, \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Na}_3\text{PO}_4, \text{H}_2$
3. NaH_2PO_4
4. $\text{NaH}_2\text{PO}_4, \text{H}_2$
5. $\text{NaH}_2\text{PO}_4, \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{Na}_3\text{P}, \text{H}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В	Г
3	5	3	1

Задание 9 (КИМ 9)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

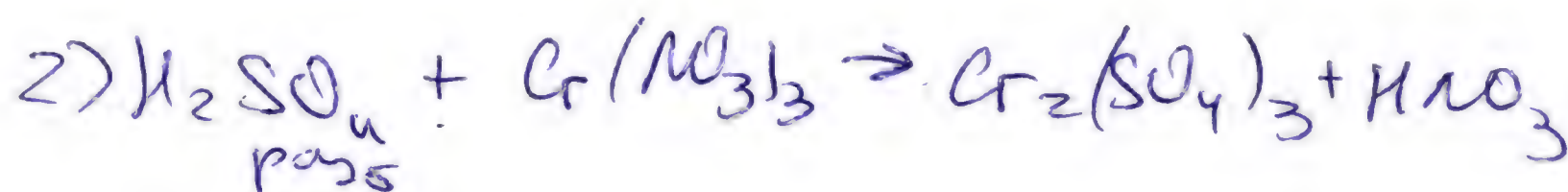
1. CrO

2. SO₃

3. Cr(OH)₃

4. Cr(NO₃)₃

5. SO₂

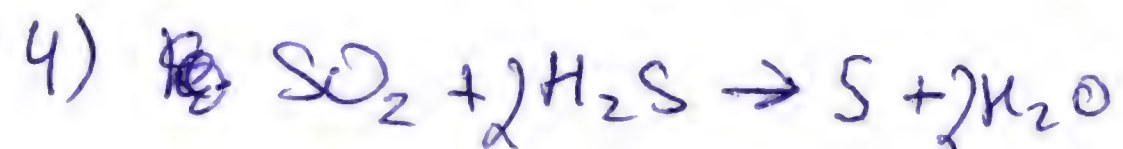


Ответ:

X	Y
2	3

Задание 10 (КИМ 31)

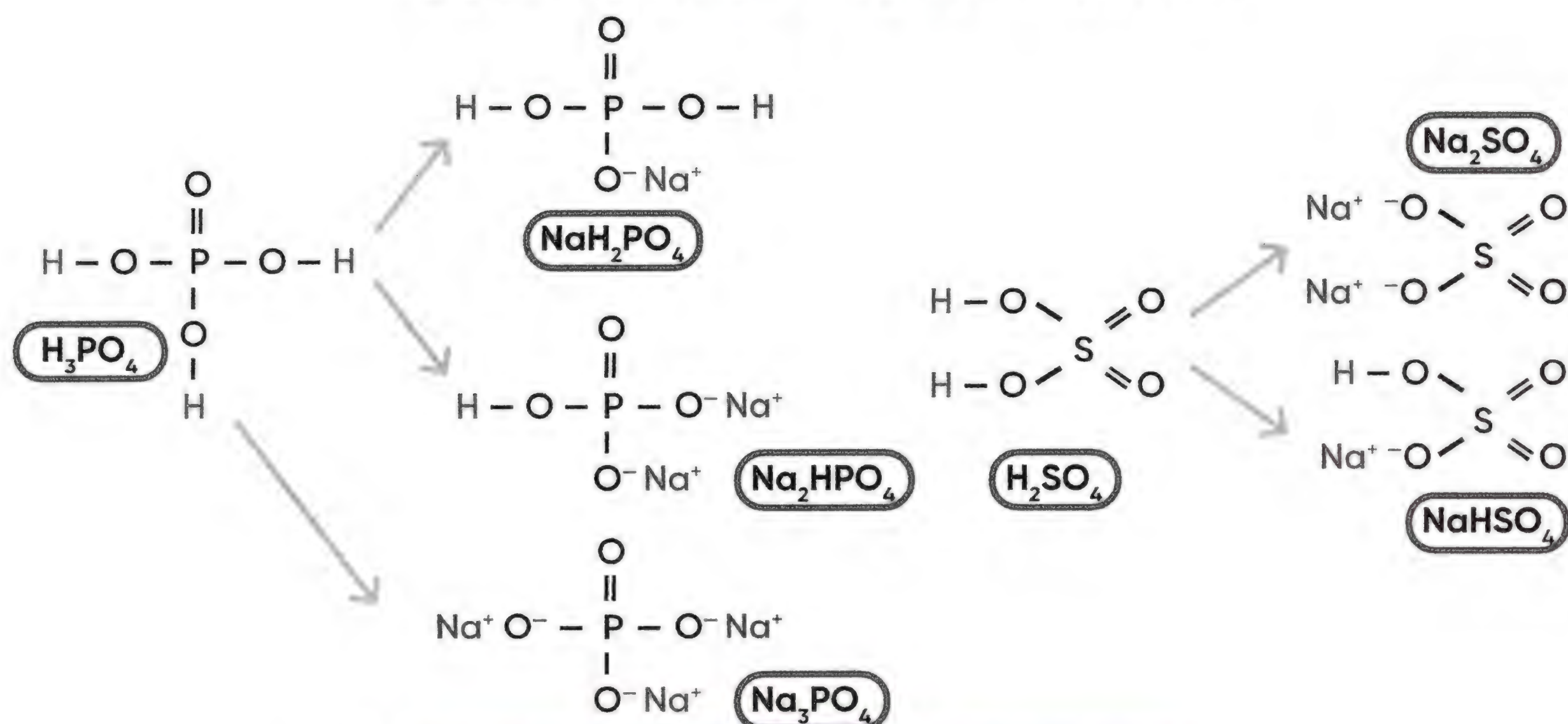
Через избыток раствора гидроксида калия пропускали сернистый газ. Полученную соль выделили и добавили к разбавленному раствору серной кислоты. Образовавшееся газообразное вещество смешали с другим газом, который образуется при действии соляной кислоты на сульфид железа (II). Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



Химические свойства солей. Все про амфотерность

Соли

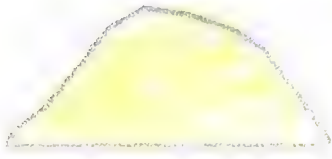
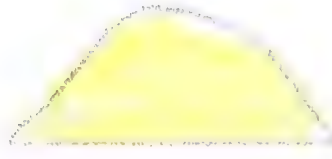
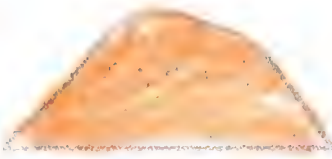
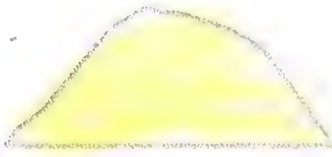
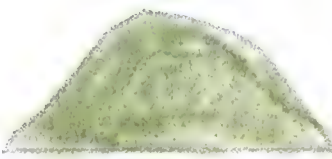
Взаимосвязь кислот и солей



Физические свойства солей

Кристаллические вещества

Ионная кристаллическая решетка

K_2CrO_4 (Na_2CrO_4) хромат калия (натрия)	Жёлтый		$BaCrO_4$ хромат бария	Жёлтый осадок	
$K_2Cr_2O_7$ $(Na_2Cr_2O_7)$ дихромат калия (натрия)	Оранжевый		$(NH_4)_2Cr_2O_7$ дихромат аммония	Оранжевый	
$FeCl_3 \cdot 6H_2O$ хлорид железа (III)	Жёлтый		CuS сульфид меди (II)	Чёрный осадок (осадки FeS и PbS имеют похожий вид) (нерастворим в кислотах)	
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ железный купорос	Зеленый		$CuI, CuCl$ йодид меди (I) и хлорид меди (I)	Белый осадок	
$BaSO_4$ сульфат бария	Белый осадок (нерастворим в кислотах)		$CaCO_3$ карбонат кальция	Белый осадок	
$CuSO_4$ сульфат меди	Белый		$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ медный купорос	Синий	

Соли серебра					
AgCl хлорид серебра	Белый осадок (нерастворим в кислотах)		AgI йодид серебра	Жёлтый осадок (нерастворим в кислотах)	
AgBr бромид серебра	Светло-жёлтый осадок (нерастворим в кислотах)		Ag₃PO₄ фосфат серебра	Жёлтый осадок	

Перманганаты и манганаты



Перманганаты — розовые

Манганаты — зелёные



Хроматы и дихроматы



Хроматы — жёлтые

Дихроматы — оранжевые



Химические свойства солей

1. Электролитическая диссоциация: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

2. Взаимодействие с кислотами: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{NaH}_2\text{PO}_4$

3. Сплавление карбонатов с амфотерными оксидами и гидроксидами: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{KAlO}_2 + \text{CO}_2$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

4. Взаимодействие карбонатов с SiO_2 : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$

5. Взаимодействие с кислотными оксидами в присутствии воды: $\text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{CO}_2(\text{изб.}) + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$

6. Взаимодействие со щелочами: $\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{KCl}$, $\text{NaHCO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Взаимодействие с $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

7. Взаимодействие солей друг с другом: $\text{AgNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{AgCl} + \text{KNO}_3$

8. Взаимный (совместный) гидролиз двух солей: $2\text{FeCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{NaCl} + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2$

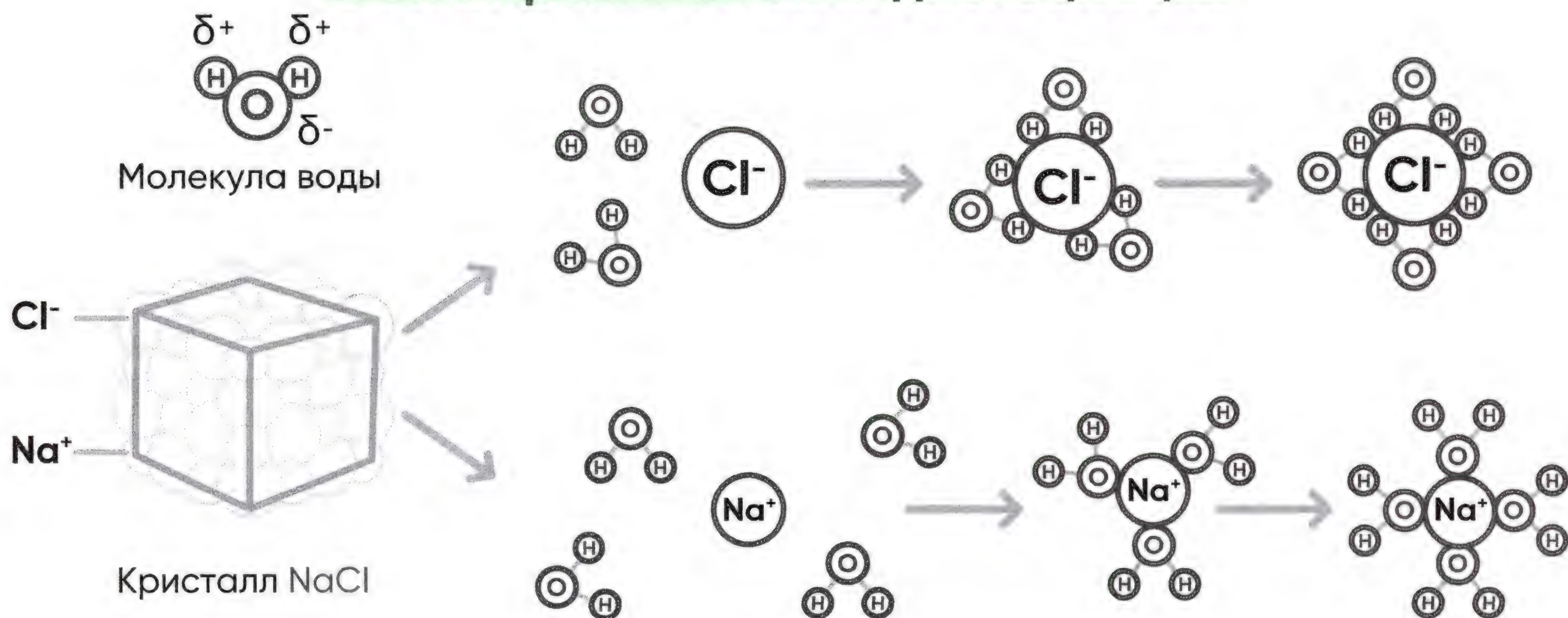
9. Взаимодействие с металлами: $\text{CuCl}_2 + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{Cu}$

10. Термическое разложение солей: $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

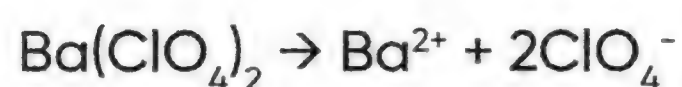
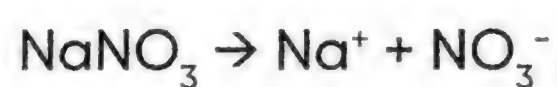
11. Вытеснение галогенов: $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$

12. Специфические свойства: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

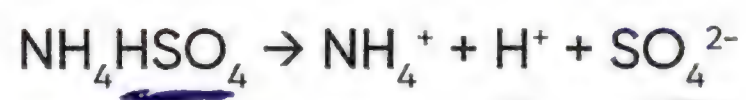
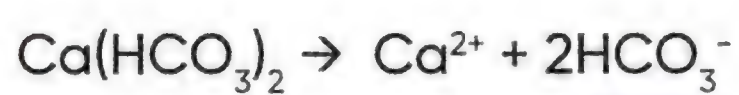
1. Электролитическая диссоциация



а) средние соли:



б) кислые соли:



или

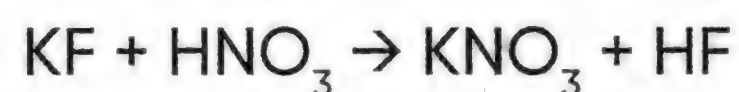
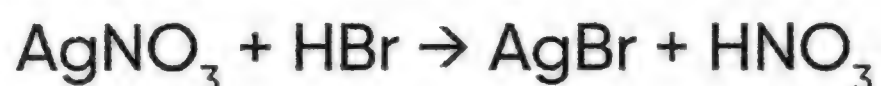
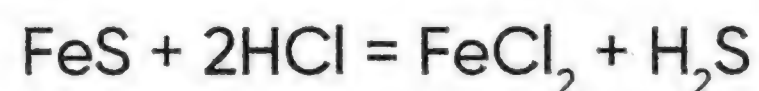


*Только гидролизуются
до $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$*

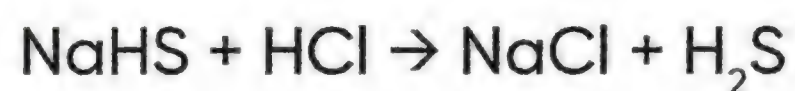
2. Взаимодействие с кислотами

Условие: если образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение (слабые кислоты, вода).

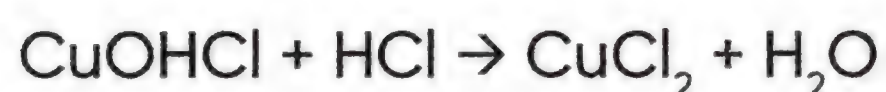
а) средние соли:



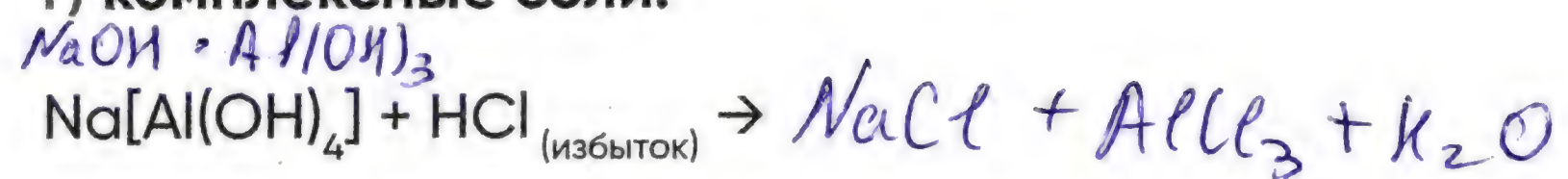
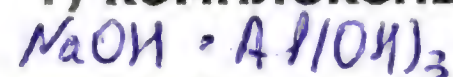
б) кислые соли:



в) основные соли:

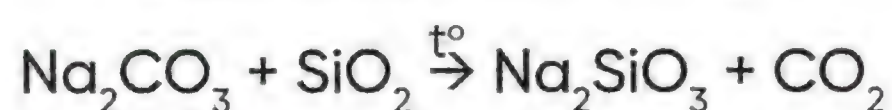


г) комплексные соли:

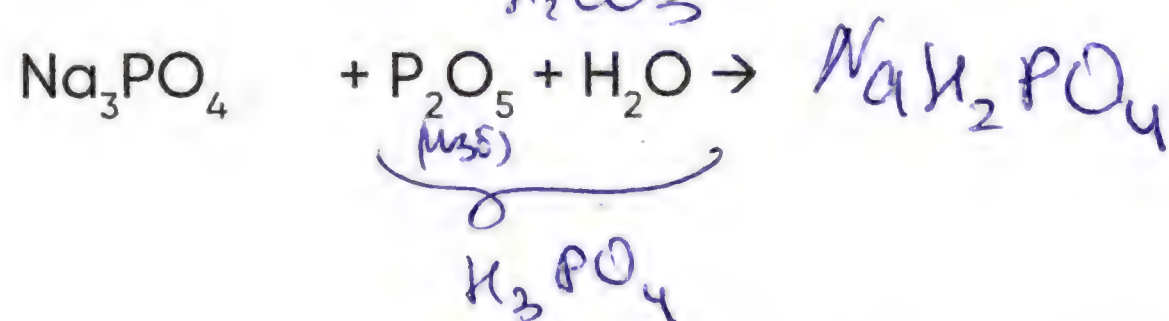
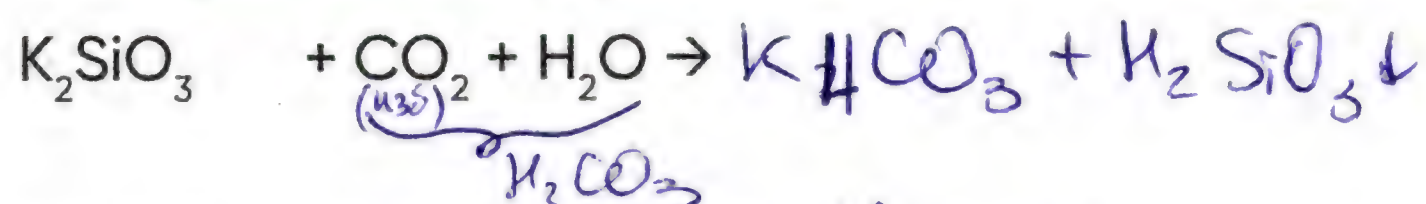


4. Взаимодействие карбонатов с SiO_2

Условие: сплавление



5. Взаимодействие с кислотными оксидами в присутствии воды



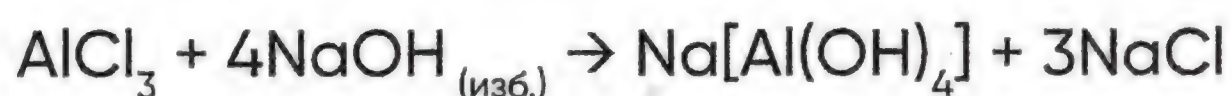
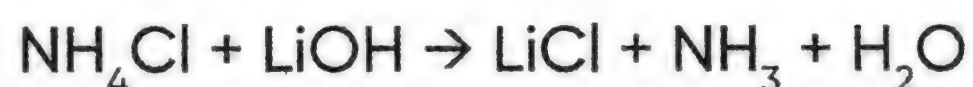
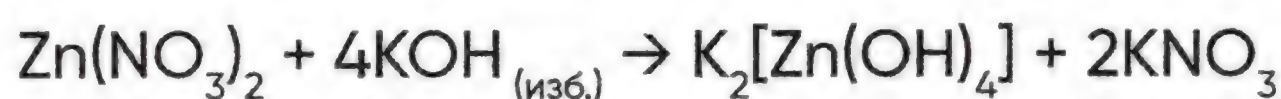
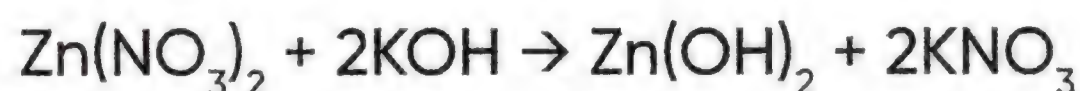
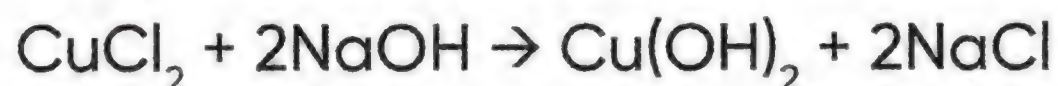
6. Взаимодействие со щелочами

Условия:

1. Соль растворима

2. В результате реакции образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение

а) средние соли:



б) кислые соли:

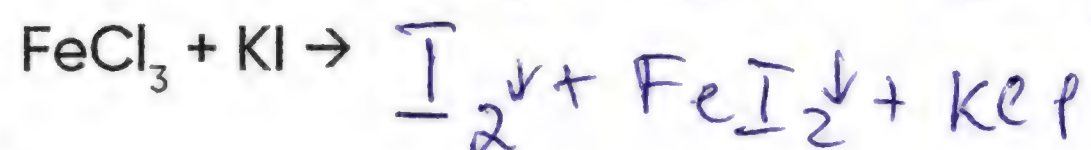
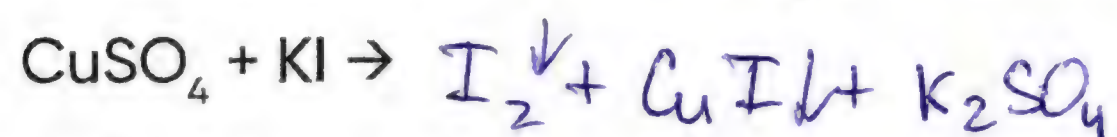


7. Взаимодействие солей друг с другом

Условия:

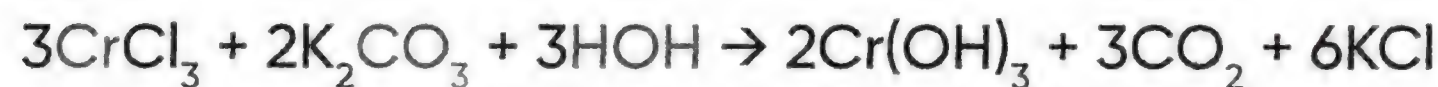
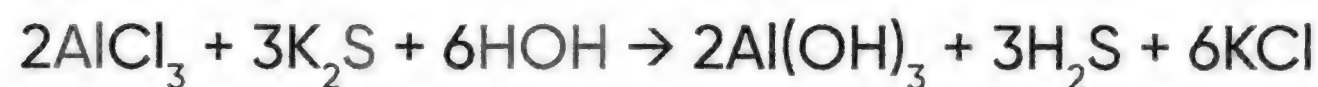
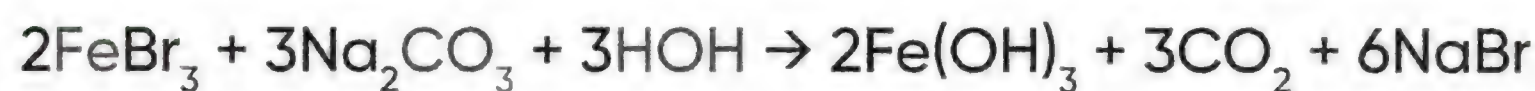
1. Обе соли должны быть растворимы

2. В результате реакции образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение

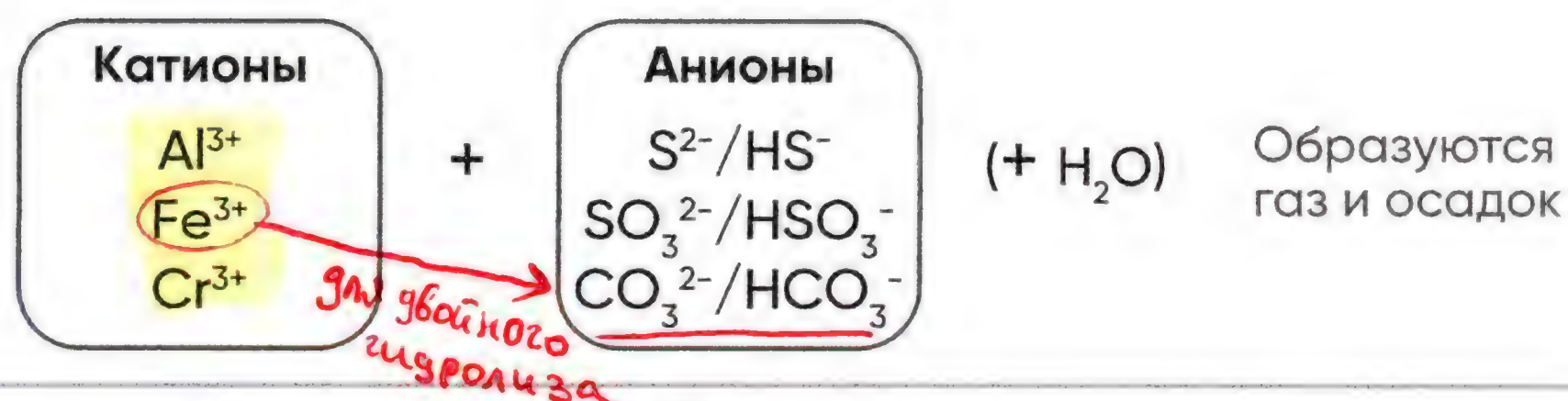


8. Взаимный (совместный) гидролиз двух солей

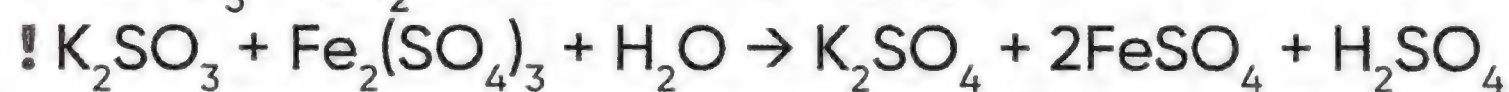
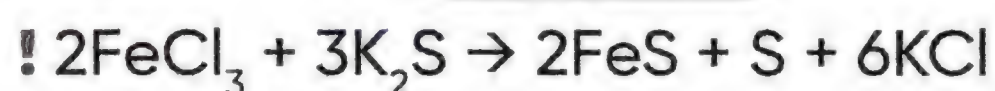
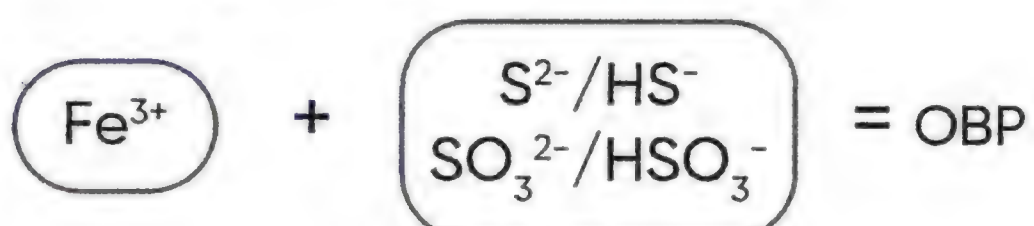
Наиболее характерны для Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+}



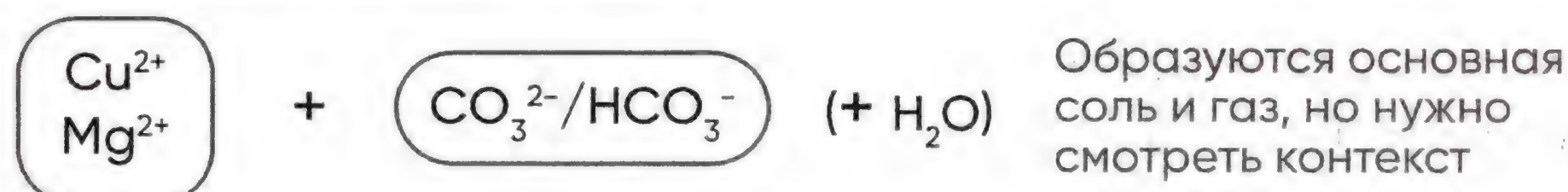
*Fe Xp An
Fe Cr Al*



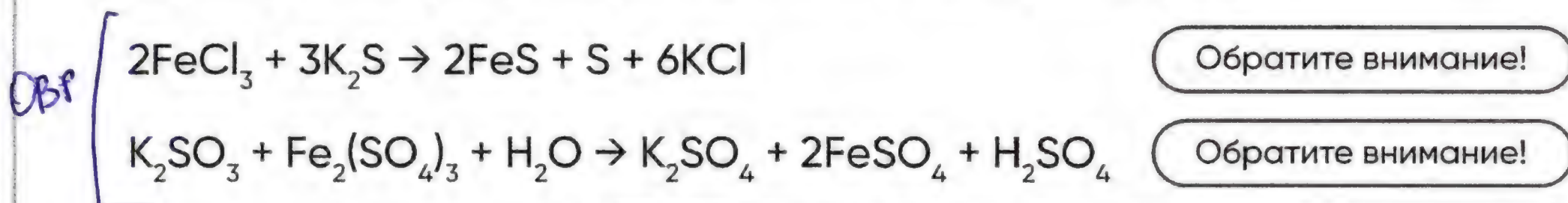
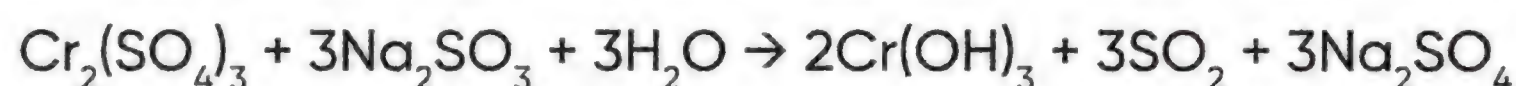
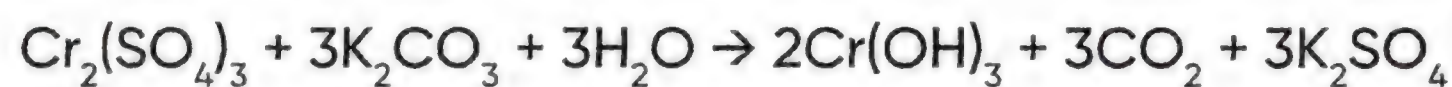
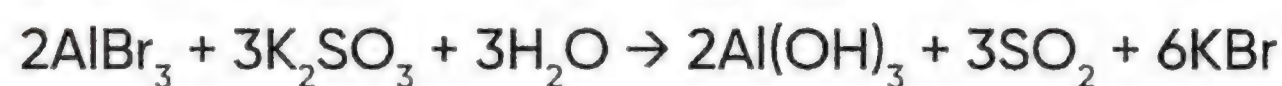
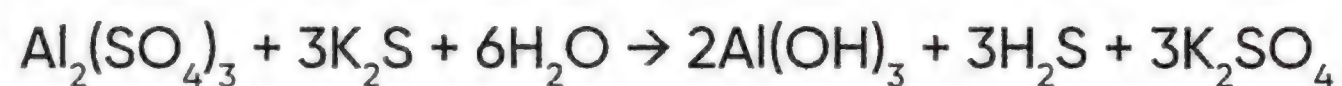
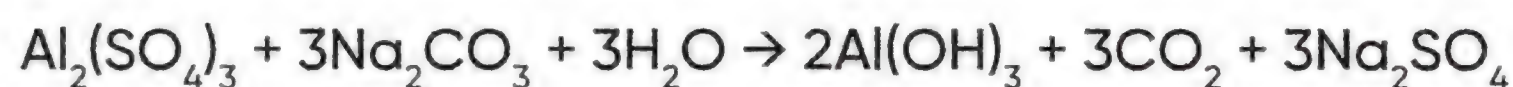
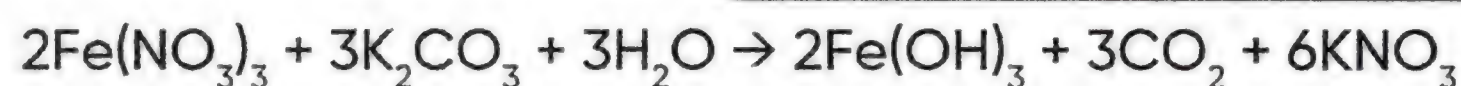
Обратите внимание!



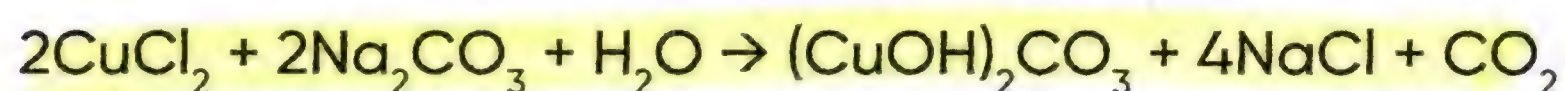
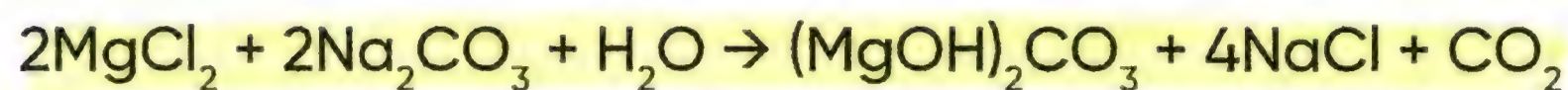
А что с двухзарядными катионами?



Наиболее характерно для Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{3+}



А что с двухзарядными катионами?



манхит

9. Взаимодействие с металлами

Условия: Металл может вытеснить другой металл из соли, только если стоит перед ним; если реакция идёт в растворе – соль должна быть растворима

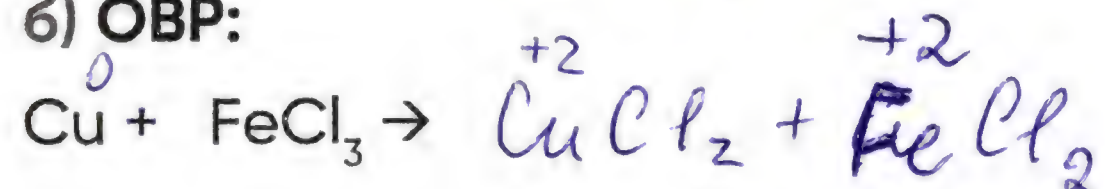
РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается →

а) реакции замещения:



б) ОВР:



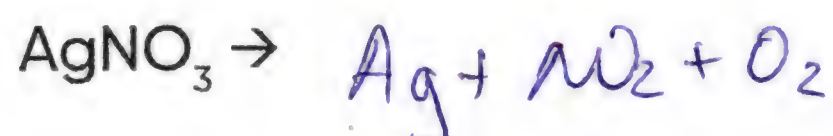
10. Термическое разложение солей

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

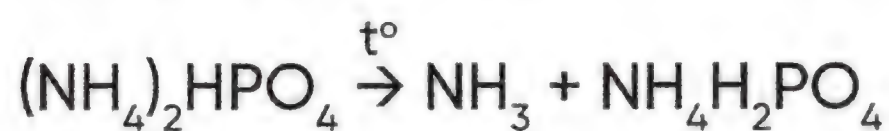
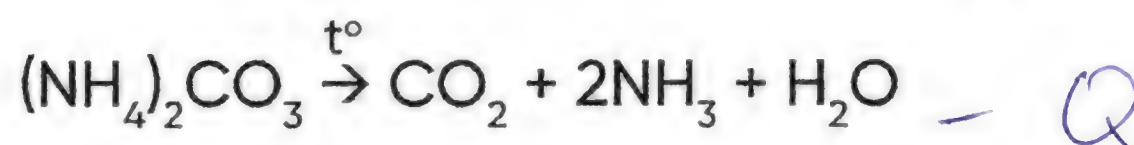
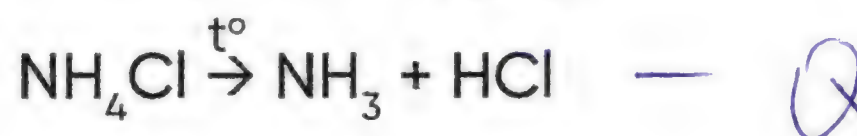
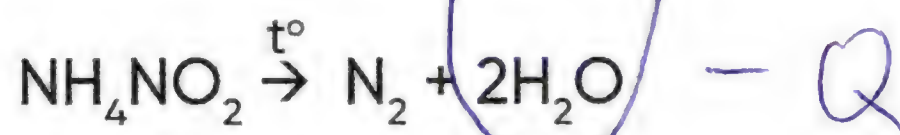
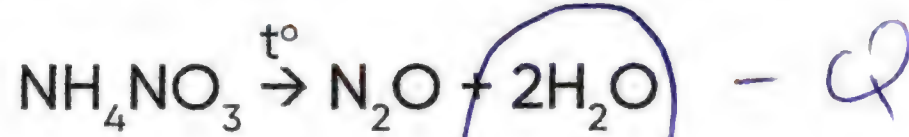
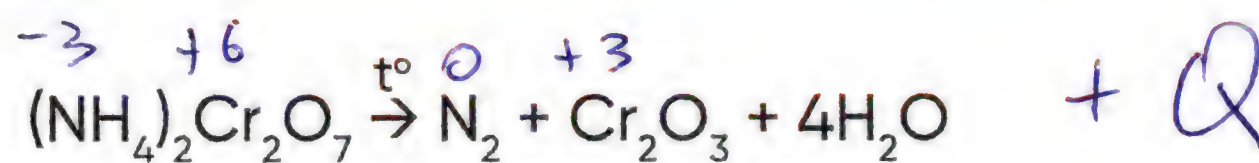
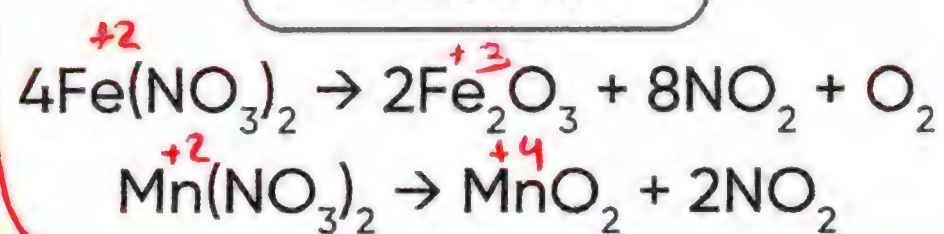
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
Li₂O NO₂ O₂ MeNO₂ O₂ MeO NO₂ O₂ Me NO₂ O₂
активность металлов уменьшается →



выпущенный Li



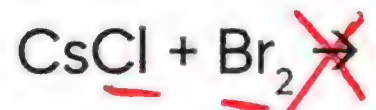
Запомни!



2 H₂O и всё, что осталось

11. Вытеснение галогенов

Условия: более активный галоген вытесняет менее активный из его солей

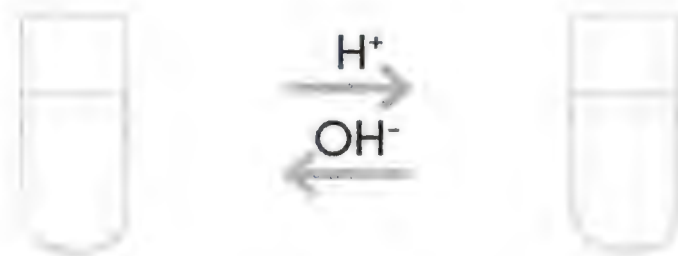
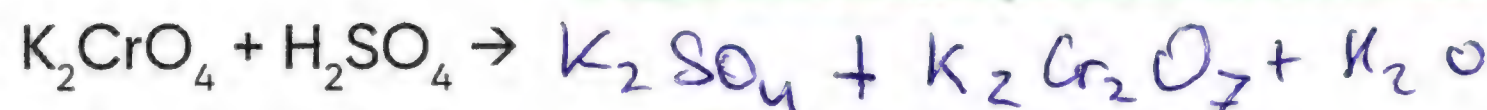


VII
(H)
9
19,00 F Фтор
17
35,45 Cl Хлор
25
Mn 54,94 Марганец
35
79,90 Br Бром
43
Tc 98,91 Технеций
53
126,90 I Иод
75
Re 186,21 Рений
85
[210] At Астат
107
Bh [264] Борий

взаимодействие сульфидов с галогенами:

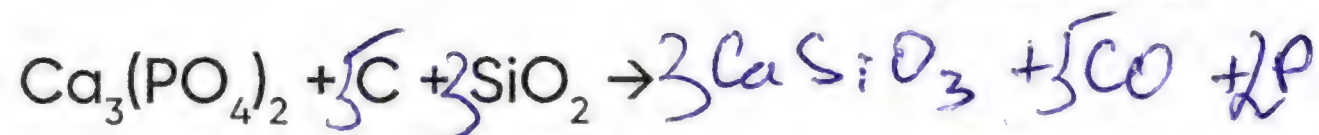


12. Специфические свойства солей

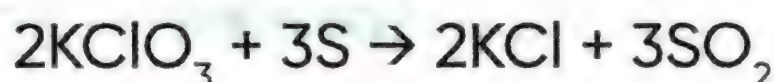
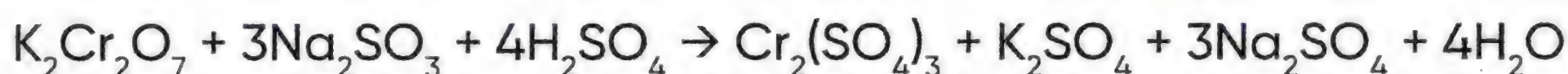


Хромат калия

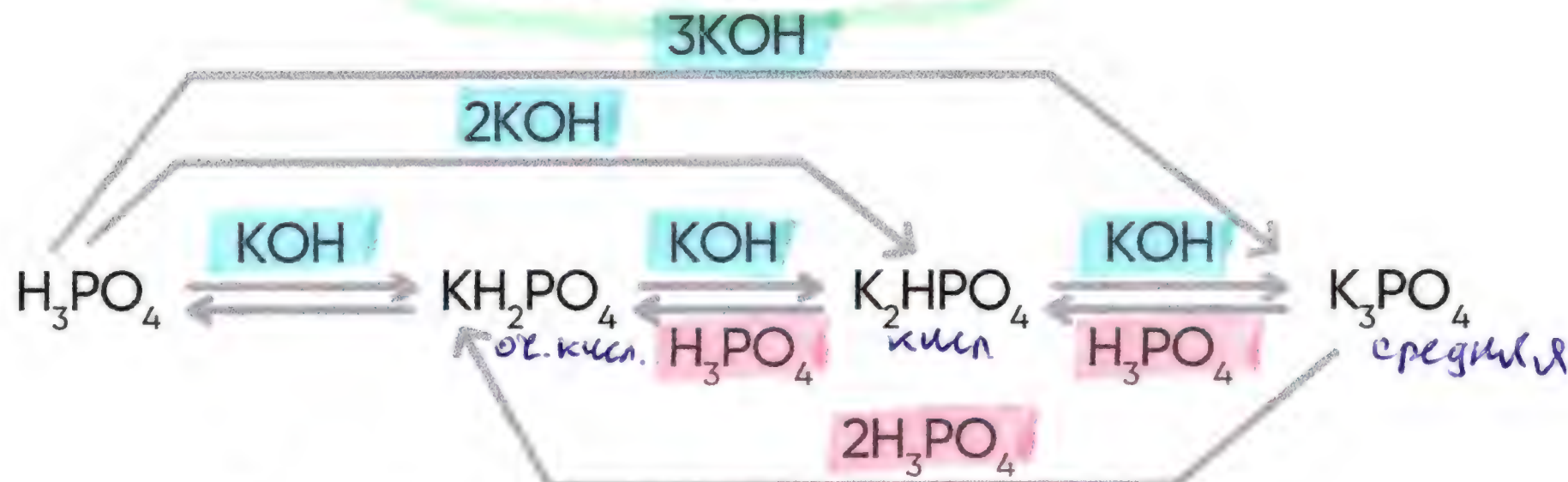
Дихромат калия



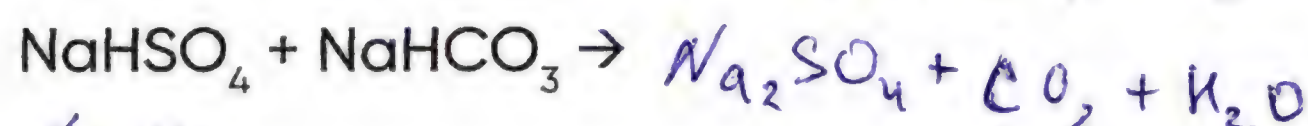
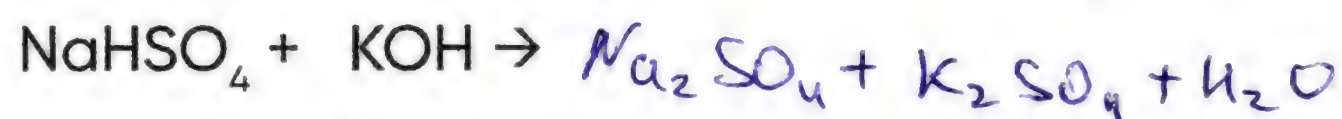
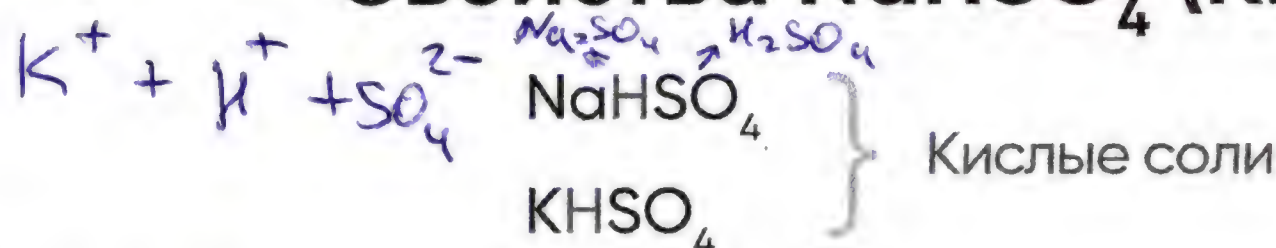
Соли часто вступают в ОВР



Кислые соли

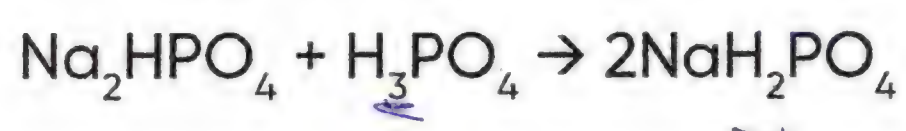


Свойства NaHSO4 (KHSO4)

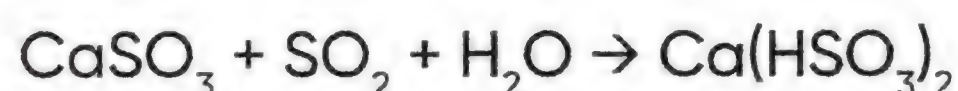
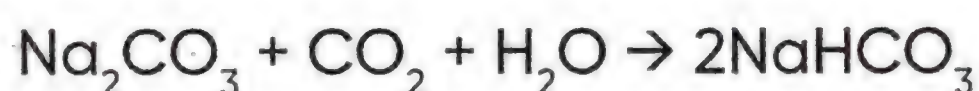


Получение кислых солей

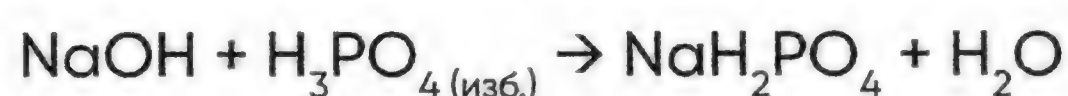
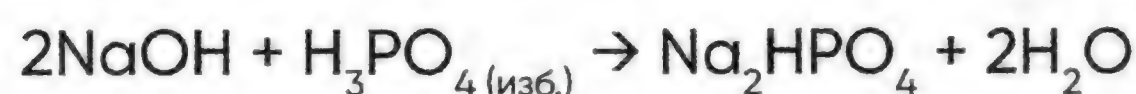
а) соль + кислота:



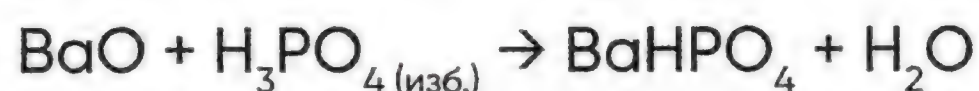
б) соль (водный раствор) + кислотный оксид:



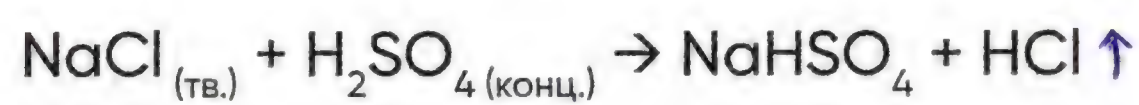
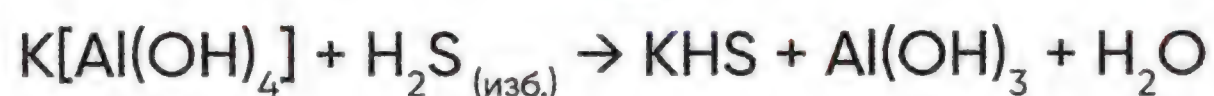
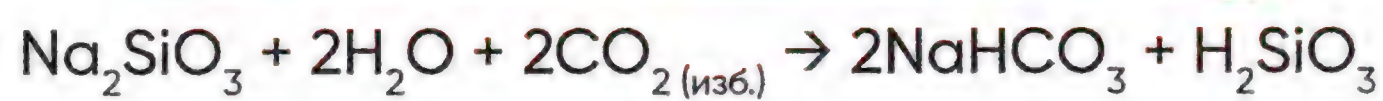
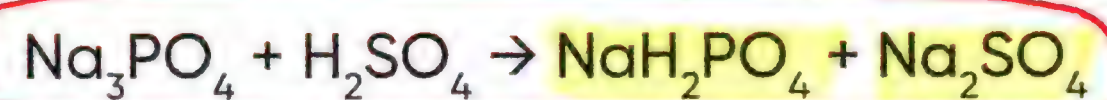
в) основание + избыток кислоты (образуется кислая соль):



г) основной оксид + избыток кислоты (образуется кислая соль):



д) соль + избыток другой кислоты (обычно более сильной):

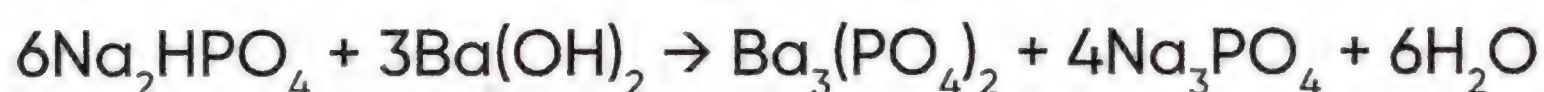
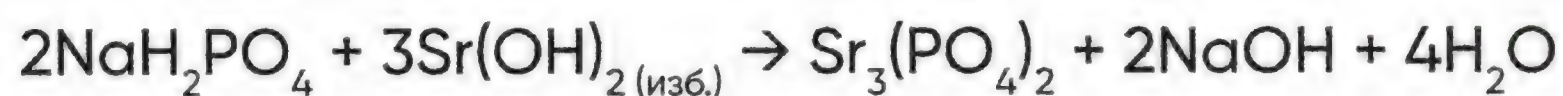


Свойства кислых солей

а) кислая соль + кислота → более кислая соль:



б) кислая соль + основание → менее кислая соль:



в) кислая соль + более сильная кислота:

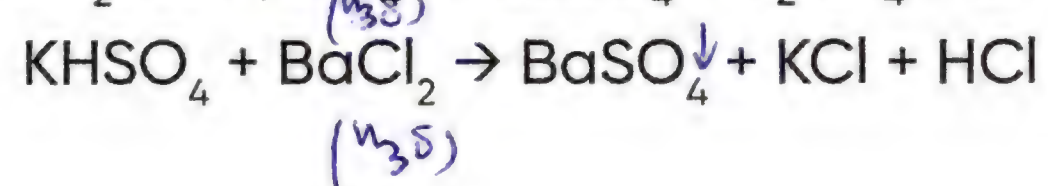
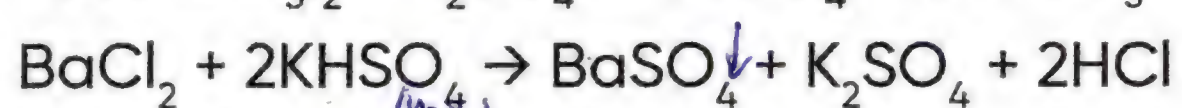
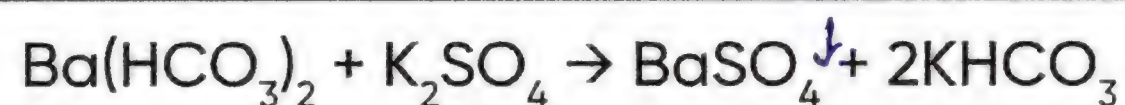
H_2O , слабые кислоты –
малодиссоциирующие соединения

Условие: образуется газ, осадок или малодиссоциирующее соединение

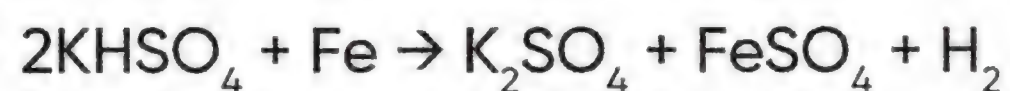
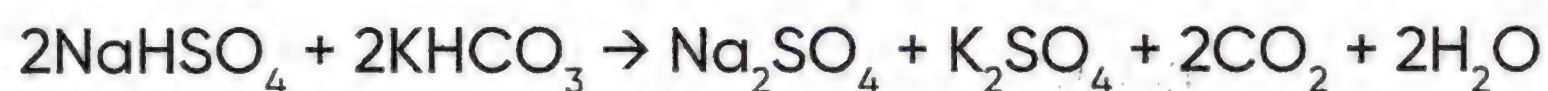


г) взаимодействие с солями:

Условие: образуется газ, осадок или малодиссоциирующее соединение



д) гидросульфаты:



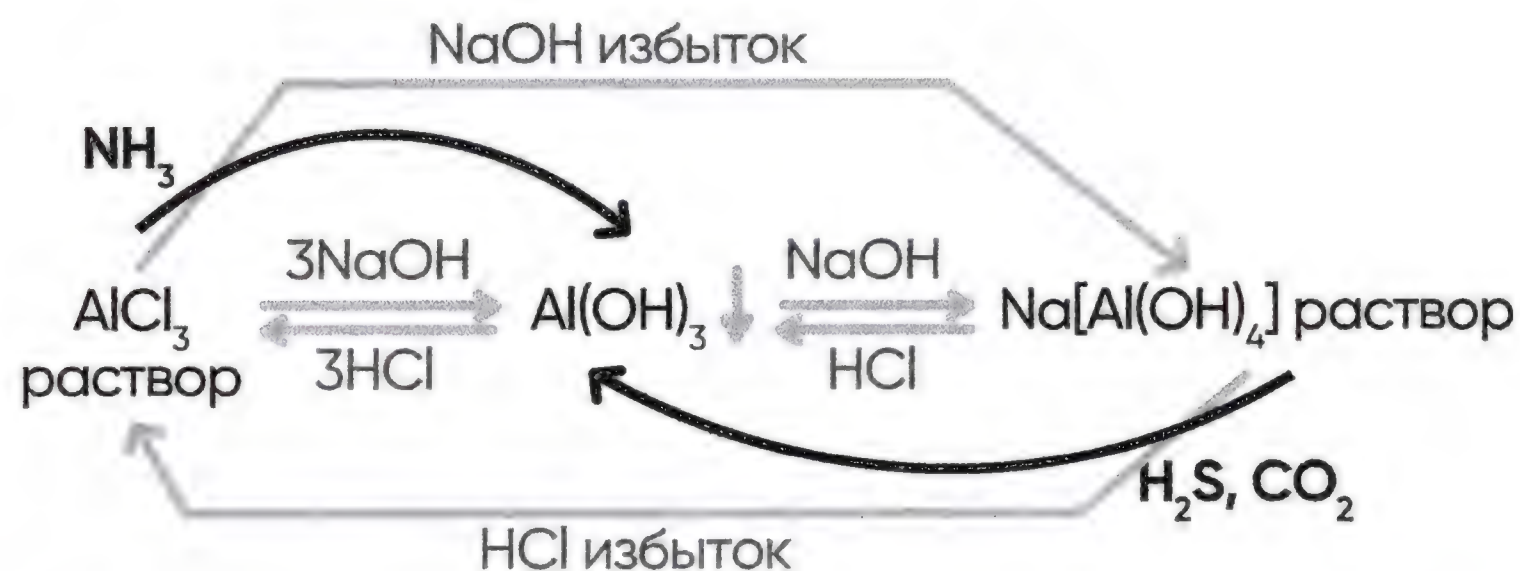
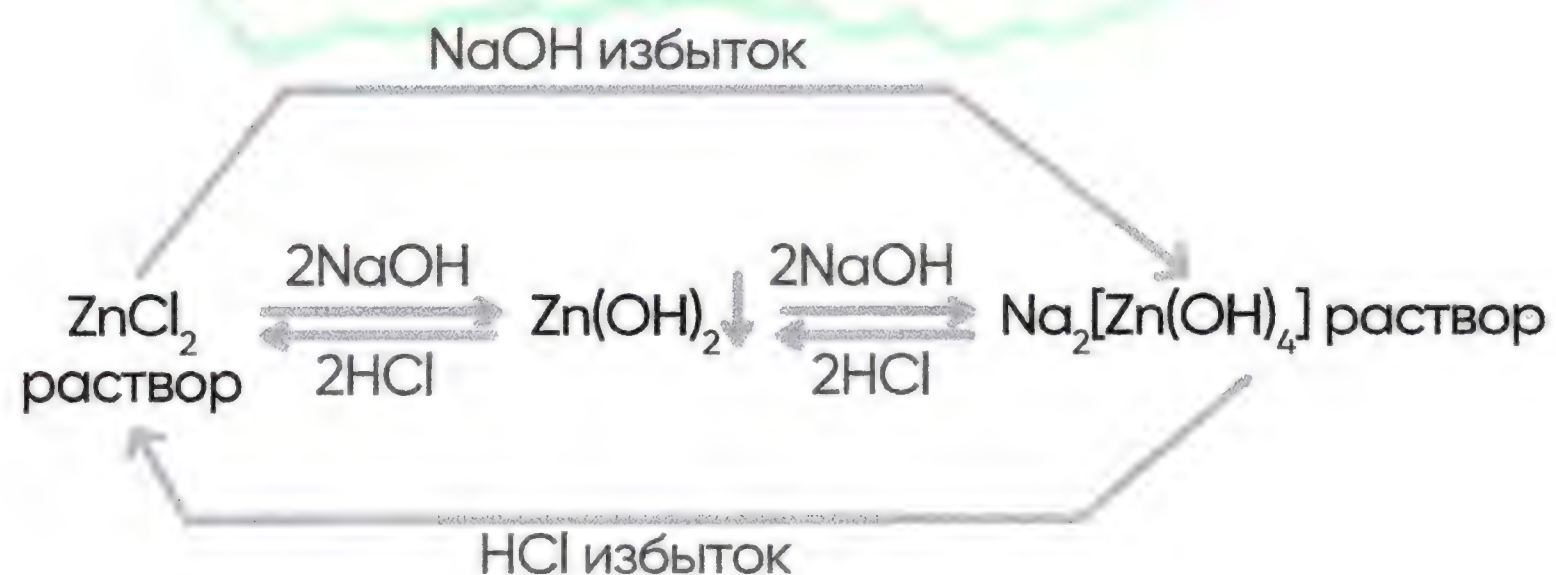
е) термическое разложение:



ж) взаимный гидролиз солей:

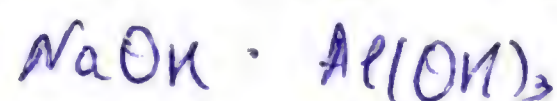
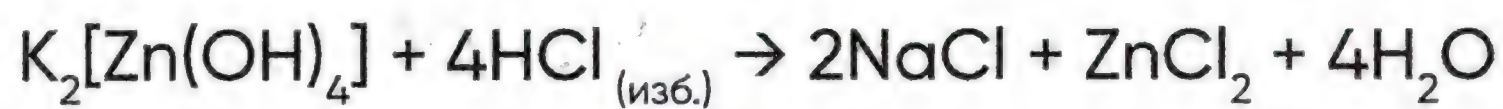


Комплексные соли

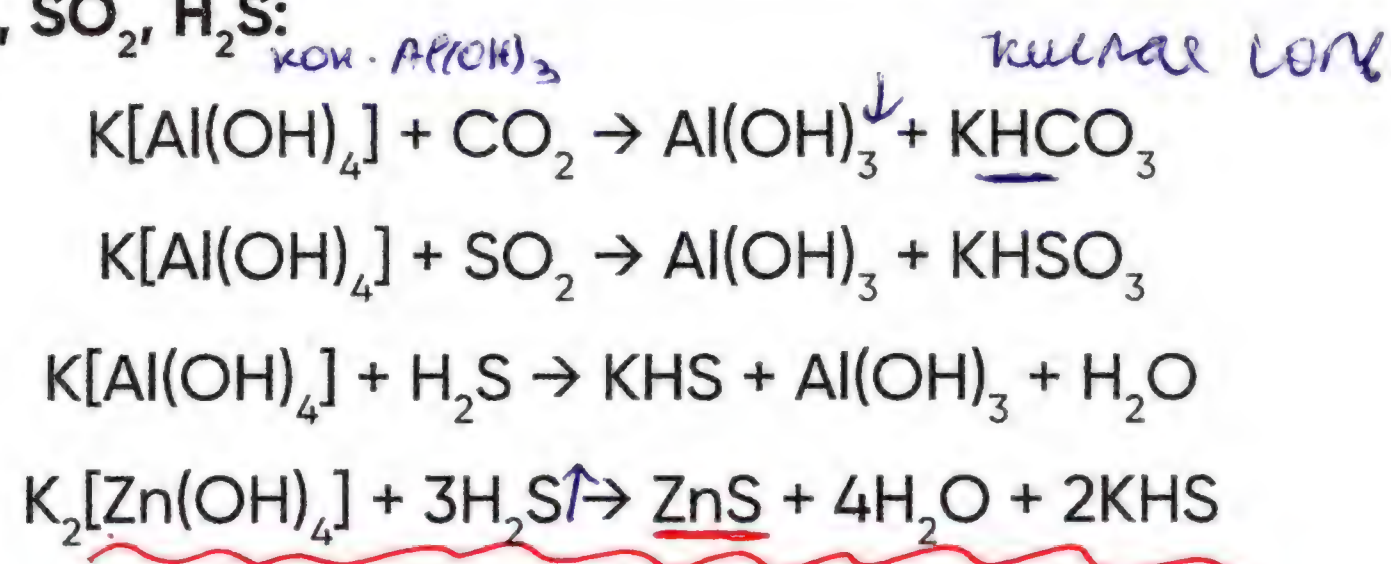


Химические свойства комплексных солей

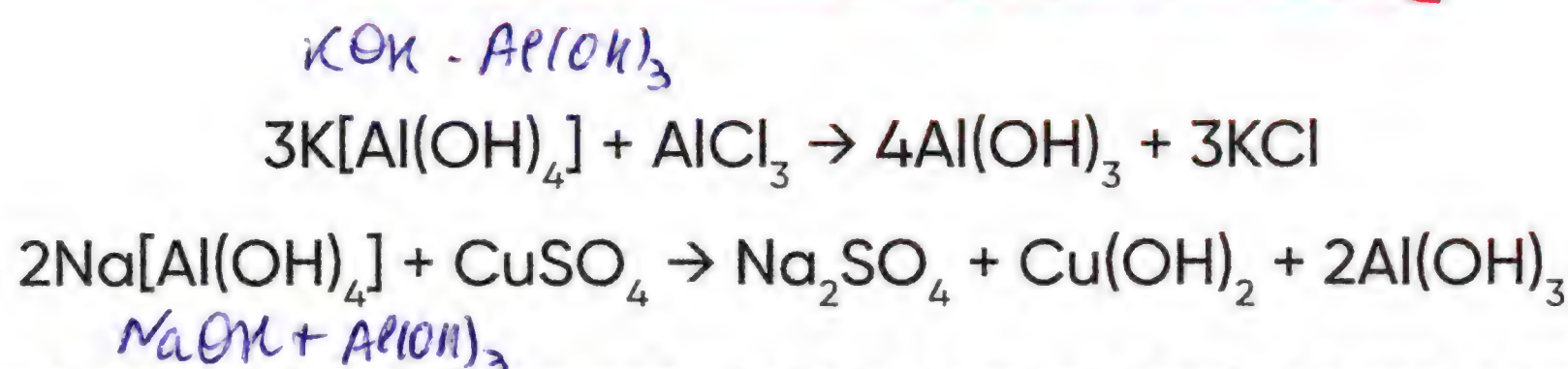
а) с сильными кислотами:



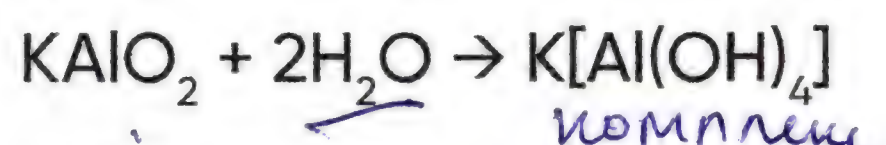
б) взаимодействие с CO_2 , SO_2 , H_2S :



в) с солями:



Химические свойства алюминатов и цинкатов



Средние соли (базовые свойства)

Свойство	Химическая реакция
Диссоциация	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ $\text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}^+ + \text{HSO}_4^-$ (кислая среда)
Взаимодействие с более активными металлами	$\text{CuSO}_4 + \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$
Взаимодействие с кислотными оксидами	Сплавление: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{SiO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2$ Раствор: $2\text{CO}_2 (\text{изб.}) + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow 2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3$
Взаимодействие с кислотами Если образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение	$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $\text{ZnF}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn(NO}_3)_2 + 2\text{HF}$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + 2\text{CH}_3\text{COOH}$ $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 3\text{NaH}_2\text{PO}_4$
Взаимодействие со щелочами Если образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение	$\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$ $\text{ZnCl}_2 + 4\text{NaOH} (\text{изб.}) \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4] + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba(OH)}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{KOH}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ * взаимодействие с раствором $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
Взаимодействие с другими солями Если образуется осадок, газ или малодиссоциирующее соединение	$\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$
Совместный гидролиз двух солей	$3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{NaCl} + 2\text{Fe(OH)}_3 + 3\text{CO}_2$
Сплавление карбонатов щелочных металлов с амфотерными оксидами и гидроксидами	$2\text{Al(OH)}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$

Свойство	Химическая реакция
Замещение в солях галогенов Более активный галоген вытесняет менее активный из его солей	$F > Cl > Br > I$ $2NaBr + Cl_2 \rightarrow 2NaCl + Br_2$ $2NaI + Br_2 \rightarrow 2NaBr + I_2$ $NaCl + I_2 \nrightarrow$
Разложение солей	$2NaNO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2NaNO_2 + O_2$ $2AgNO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Ag + 2NO_2 + O_2$
Специфические свойства	$2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$ $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2KCl + 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 8H_2O$ $2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$

Кислые соли (базовые свойства)

Свойство	Химическая реакция
Взаимодействие с щелочами	$KHSO_3 + KOH \rightarrow K_2SO_3 + H_2O$ $2NaHCO_3 + 2KOH \rightarrow Na_2CO_3 + K_2CO_3 + 2H_2O$ $NaHCO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow NaOH + CaCO_3 + H_2O$ $2NaHCO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + Na_2CO_3 + 2H_2O$
Взаимодействие с кислотами	$Na_2HPO_4 + H_3PO_4 \rightarrow 2NaH_2PO_4$ $2KHS + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2S$
Взаимодействие со средними солями Если образуется осадок	$2KHSO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + K_2SO_4 + 2HCl$
Разложение	$2LiHCO_3 \rightarrow Li_2CO_3 + CO_2 + H_2O$ $KHSO_3 \rightarrow K_2SO_3 + SO_2 + H_2O$ $NH_4HCO_3 \rightarrow NH_3 + CO_2 + H_2O$
Свойства $NaHSO_4$ ($KHSO_4$)	$2NaHSO_4 + 2KOH \rightarrow Na_2SO_4 + K_2SO_4 + 2H_2O$ $KHCO_3 + KHSO_4 \rightarrow K_2SO_4 + CO_2 + H_2O$

Основные соли

Свойство	Химическая реакция
Взаимодействие с кислотами	$Cu(OH)Cl + HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$ $Cu(OH)Cl + HBr \rightarrow CuBrCl + H_2O$
Разложение	$(CuOH)_2CO_3 \rightarrow 2CuO + CO_2 + H_2O$ Малахит

Комплексные соли

Свойство	Химическая реакция
Взаимодействие с кислотами	$K[Al(OH)_4] + HCl \rightarrow KCl + Al(OH)_3 + H_2O$ $Na[Al(OH)_4] + 4HCl \xrightarrow{\text{избыток}} NaCl + AlCl_3 + 4H_2O$
Взаимодействие с SO_2 , CO_2 , H_2S	$K_2[Zn(OH)_4] + 2SO_2 \rightarrow 2KHSO_3 + Zn(OH)_2$ $K[Al(OH)_4] + CO_2 \rightarrow KHCO_3 + Al(OH)_3$ $Na_2[Zn(OH)_4] + 3H_2S \rightarrow 2NaHS + ZnS + 4H_2O$
Разложение	$Na_2[Zn(OH)_4] \rightarrow Na_2ZnO_2 + 2H_2O$
Взаимодействие с другими солями	$3K[Al(OH)_4] + AlCl_3 \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3KCl$

Термическое разложение солей

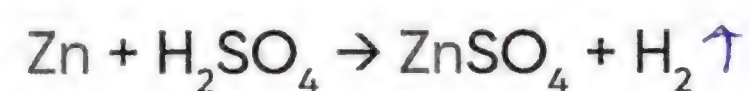
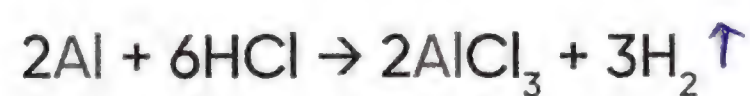
Нитраты	$4\text{LiNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Li}_2\text{O} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ Ме в ряду активности Rb – Na (включительно): $2\text{NaNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$ Ме в ряду активности Mg – Cu (включительно): $2\text{Zn(NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{ZnO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ Ме в ряду активности Hg – Au: $2\text{AgNO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$ Запомните! $4\text{Fe(NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$ $\text{Mn(NO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{MnO}_2 + 2\text{NO}_2$
Соли аммония	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{NO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{Cl} \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3 + \text{HCl}$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
Хлорат калия	$4\text{KClO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 3\text{KClO}_4 + \text{KCl}$ $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
Перманганаты	$2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$
Карбонаты (условие: нерастворимые)	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaO} + \text{CO}_2$ $\text{BaCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{BaO} + \text{CO}_2$
Комплексные соли	$\text{Na[Al(OH)}_4] \xrightarrow{t^\circ} \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_4] \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{ZnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
Кислые соли	$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ba(HCO}_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{KHSO}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Основные соли	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Кристаллогидраты	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow$

Всё про амфотерность

Металлы, амфотерность: Zn, Be, Al

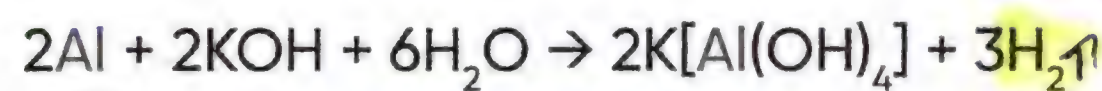
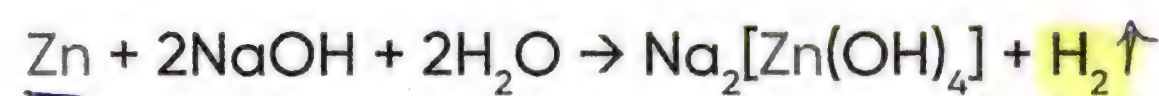
Be Zn Al
Be Zn Al

Взаимодействие с кислотами:

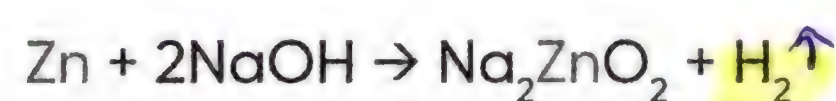


Взаимодействие со щелочами:

в растворе

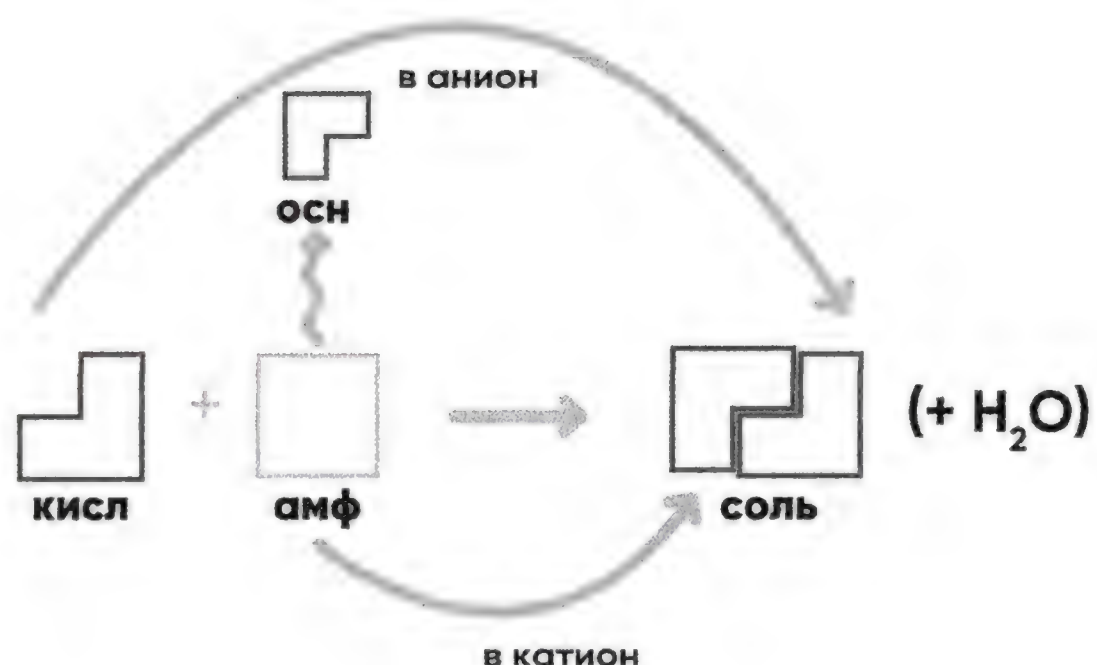
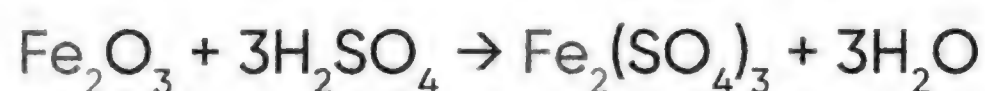
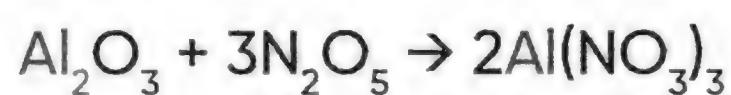
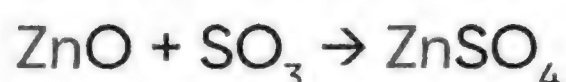


при сплавлении

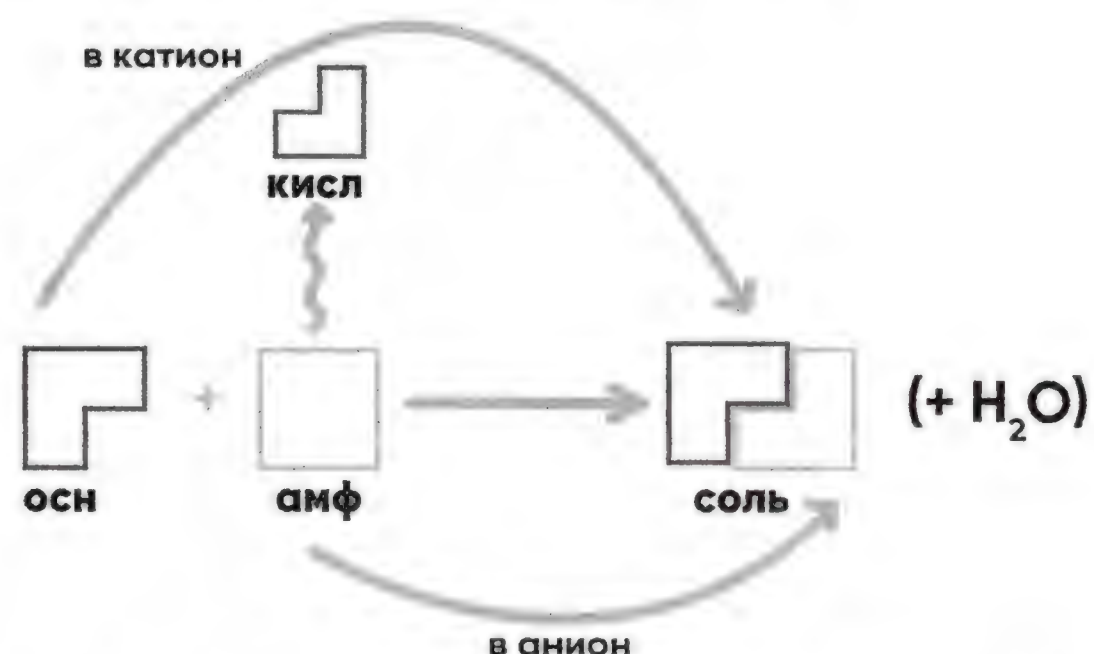
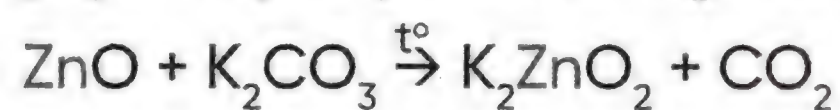
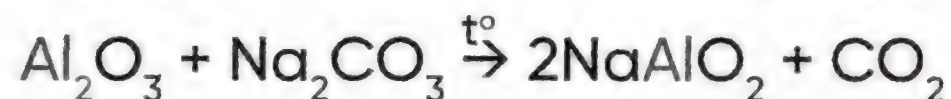
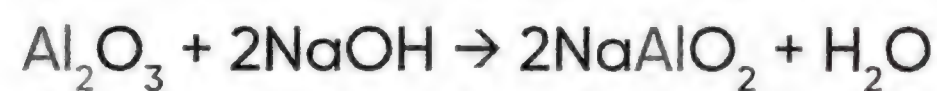
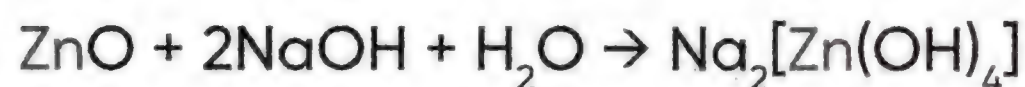
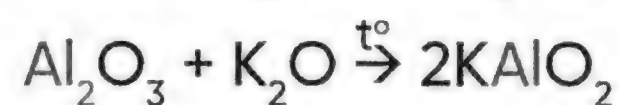
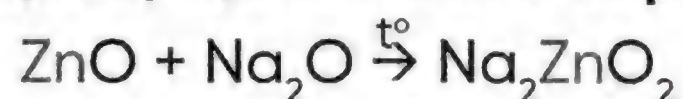


Амфотерные оксиды ZnO , BeO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3

а) взаимодействие с кислотными оксидами и кислотами:

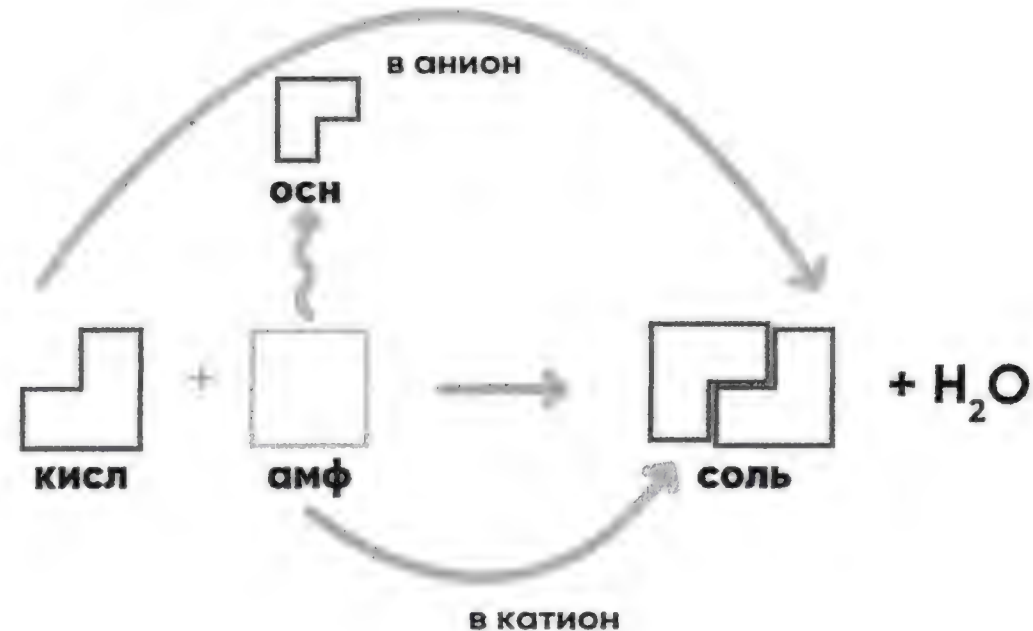
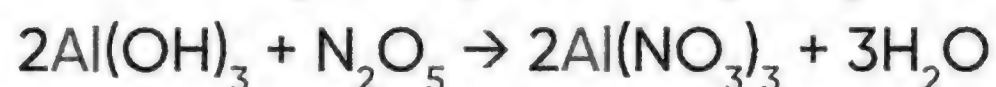
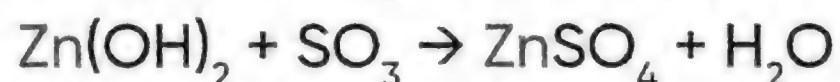
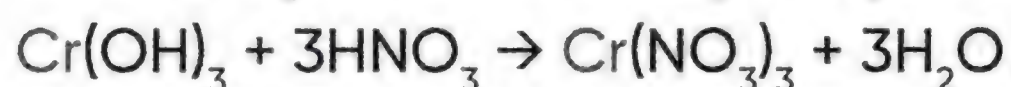
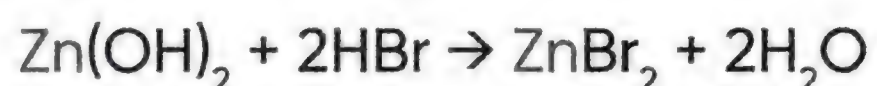


б) взаимодействие с основными оксидами (ЩМ и ЩЗМ), щелочами и карбонатами:

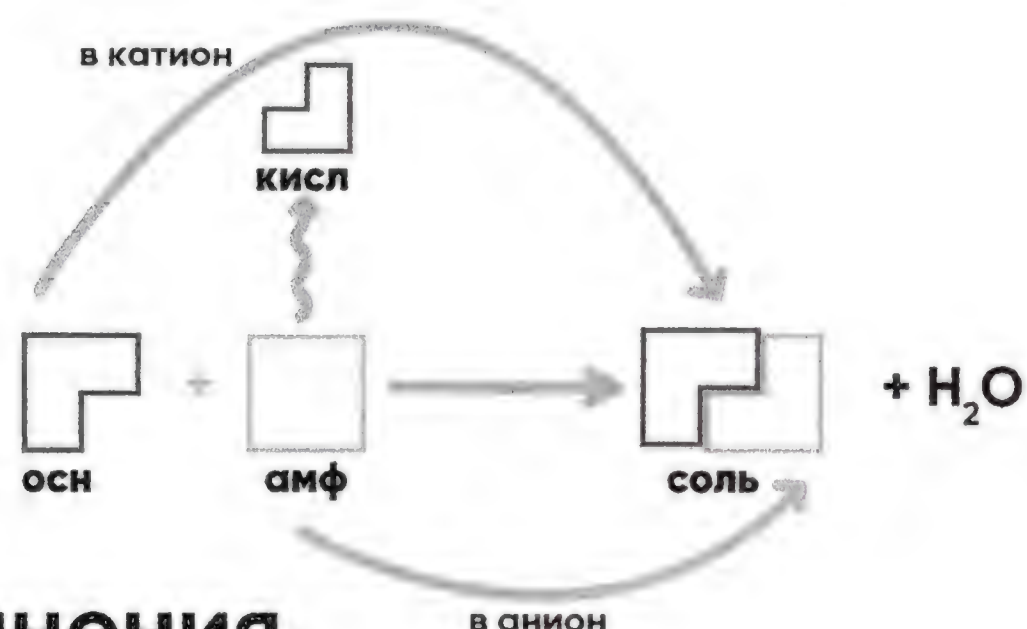
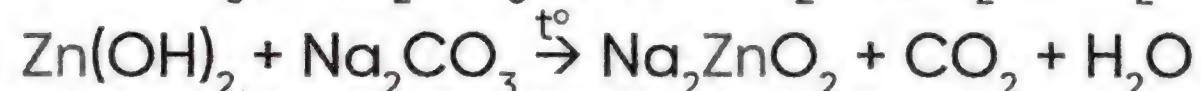
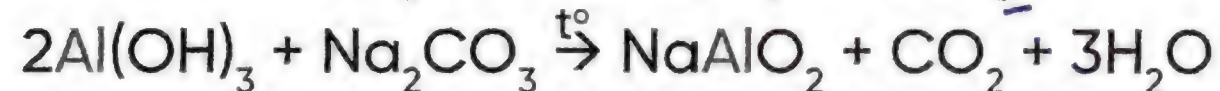
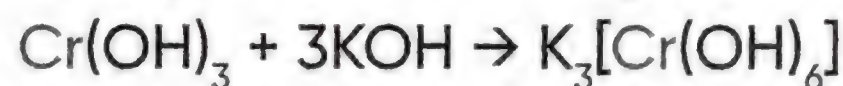
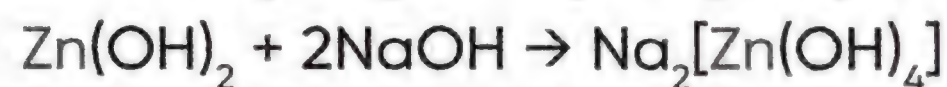
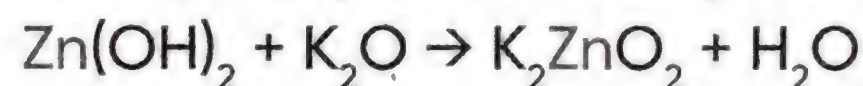
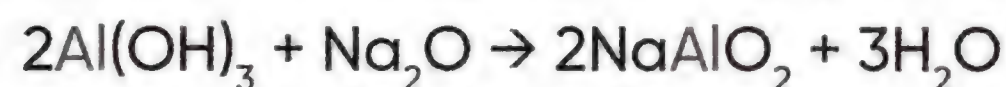


Амфотерные гидроксиды $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$

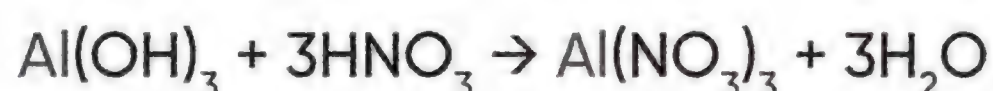
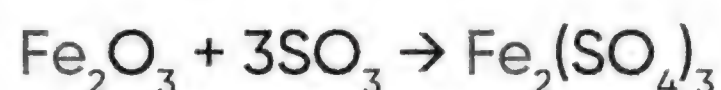
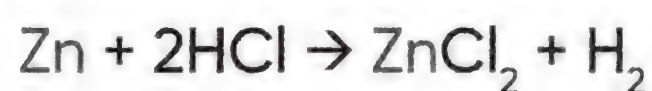
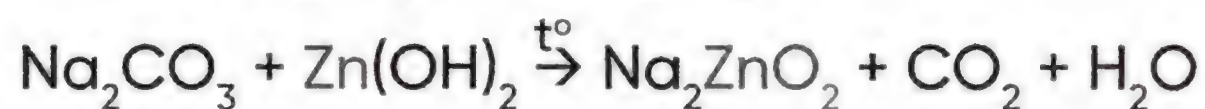
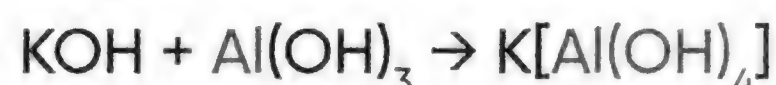
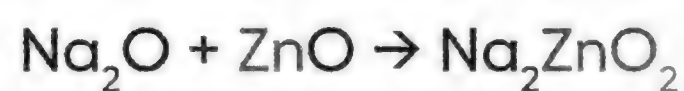
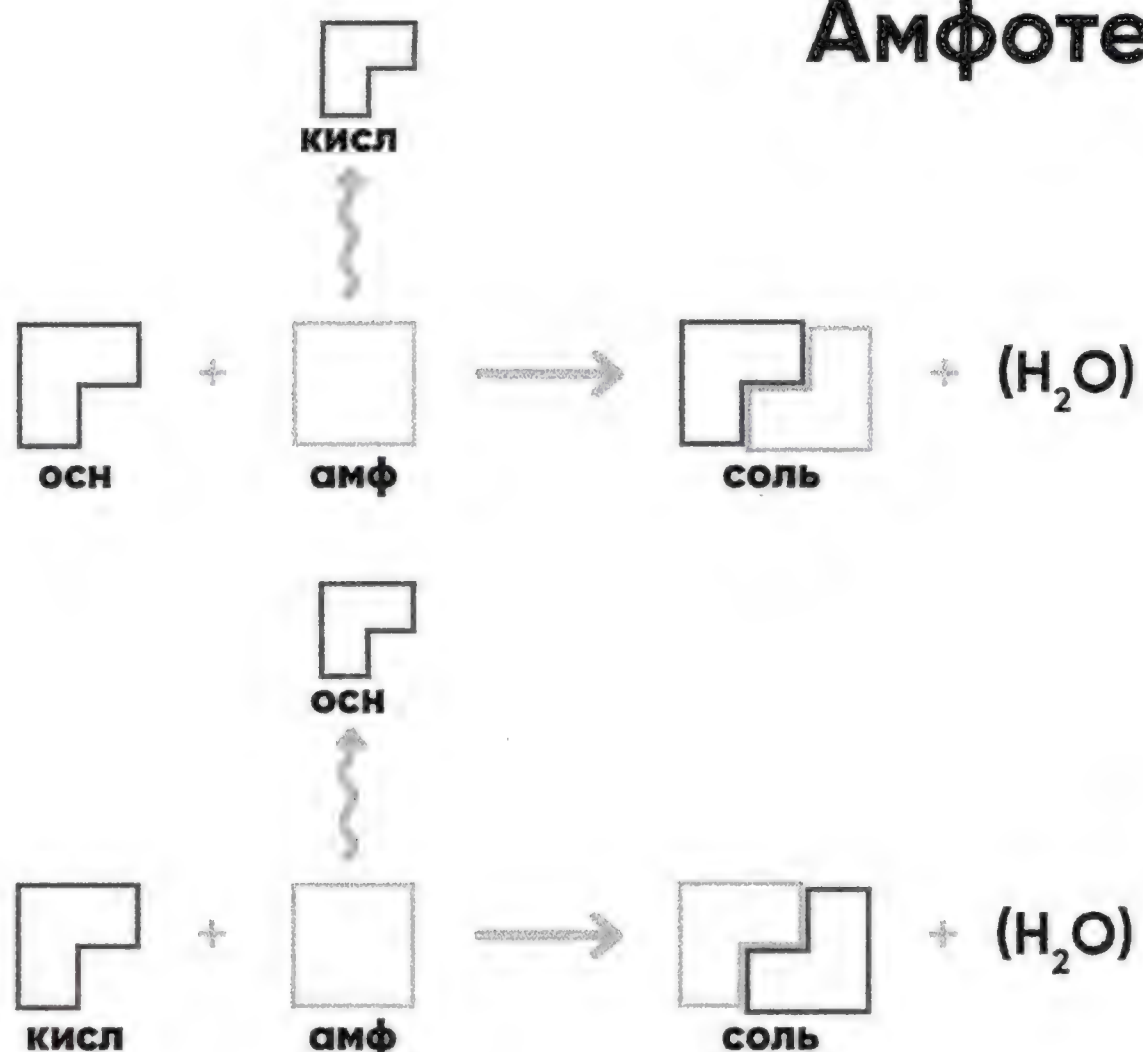
а) взаимодействие с кислотами и кислотными оксидами:



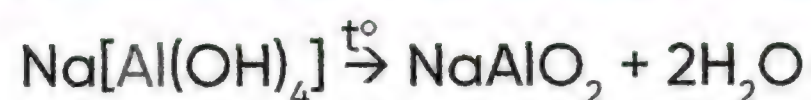
б) взаимодействие с основными оксидами, основаниями и карбонатами:



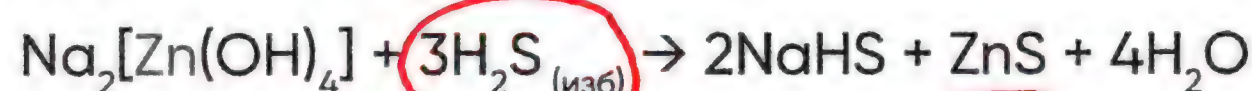
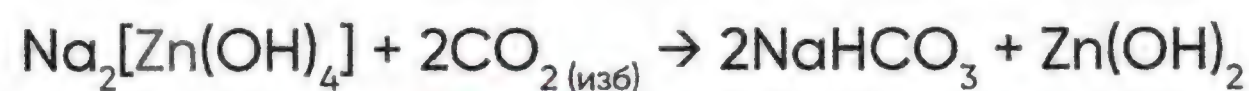
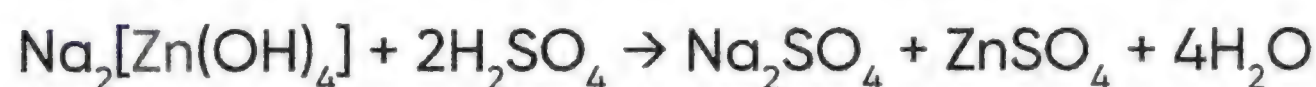
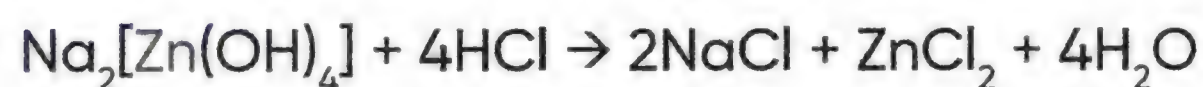
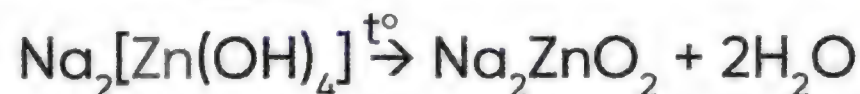
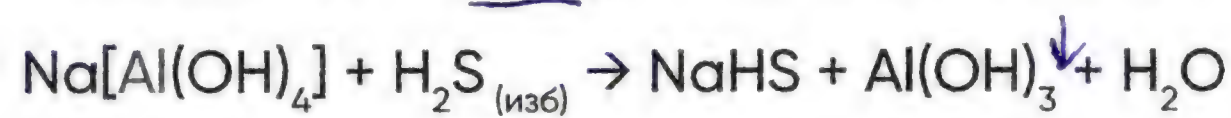
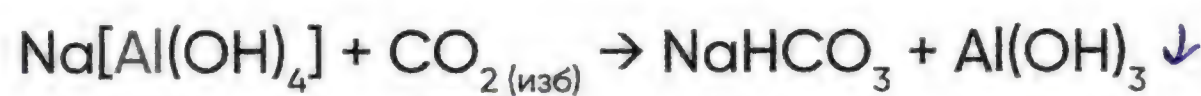
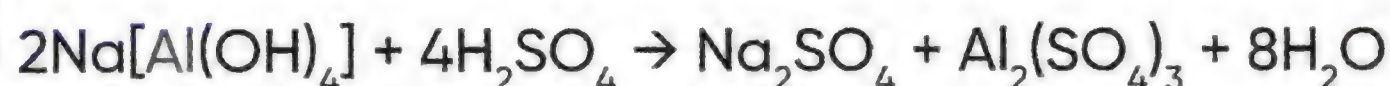
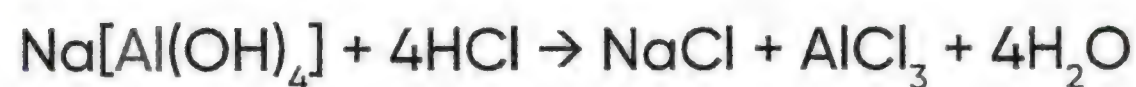
Амфотерные соединения



Комплексные соли



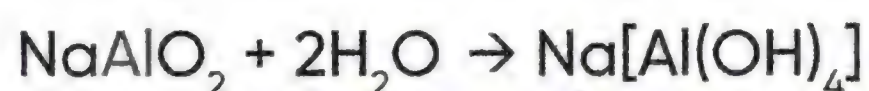
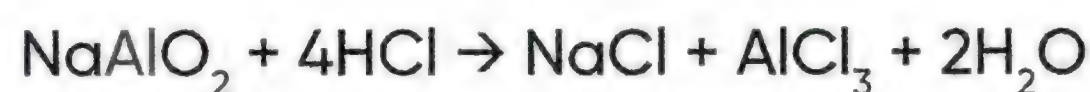
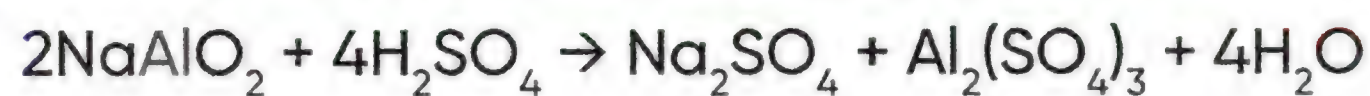
сильные
к-ты
маг.
2 соли + H₂O



Обратите внимание!

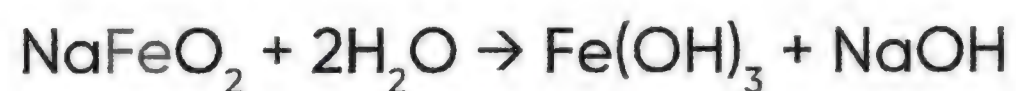
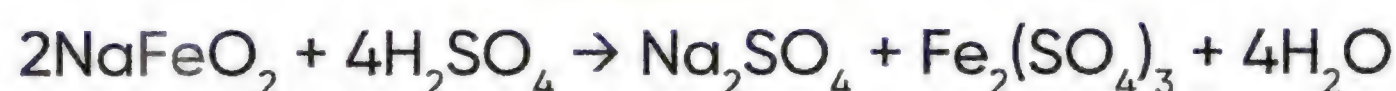
Алюминаты и ферриты

сильные
к-ты
2 соли + H₂O



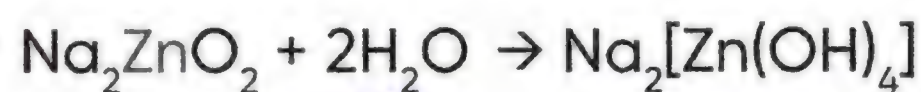
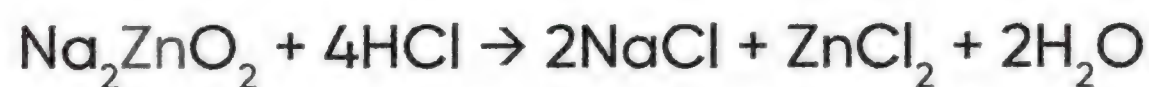
аккуратно! комплекс

При реакции с водой идет образование комплексной соли



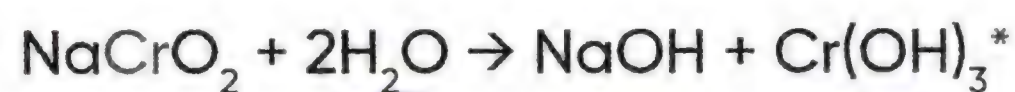
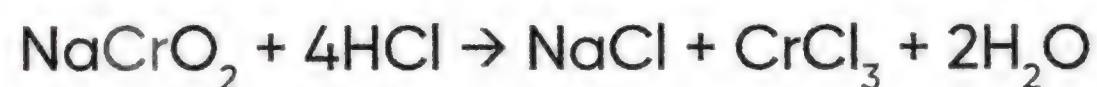
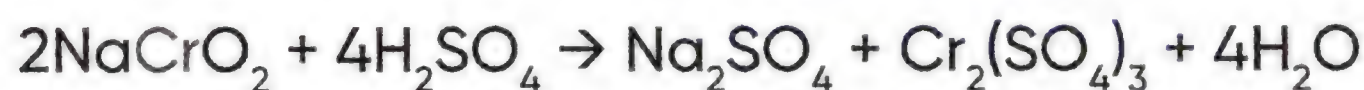
Обратите внимание!

Цинкаты и хромиты



комплекс

При реакции с водой идет образование комплексной соли



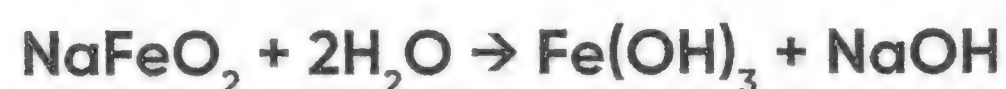
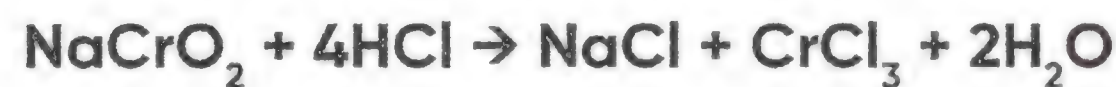
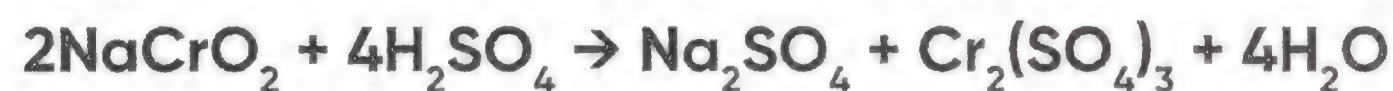
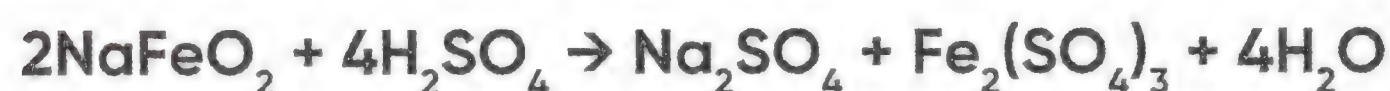
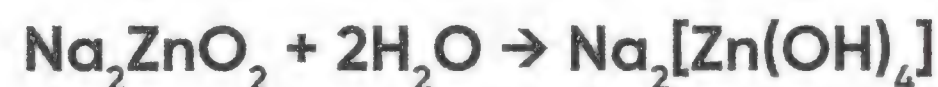
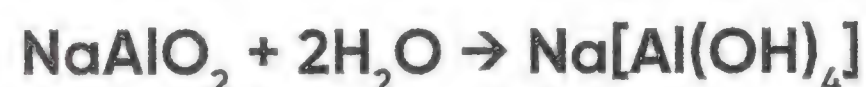
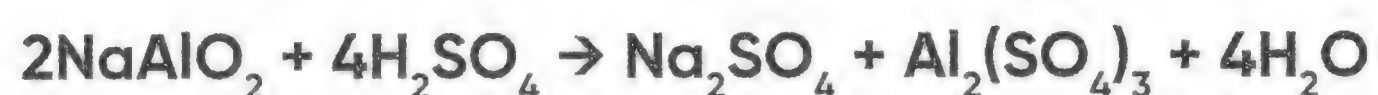
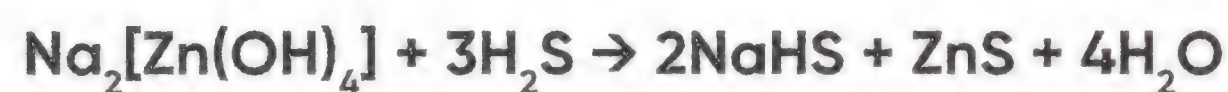
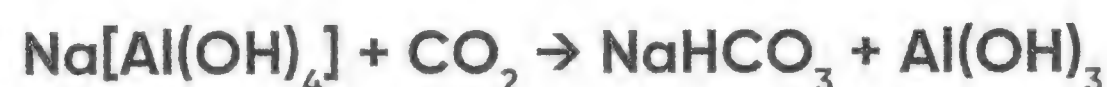
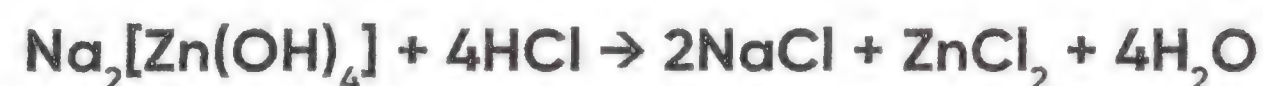
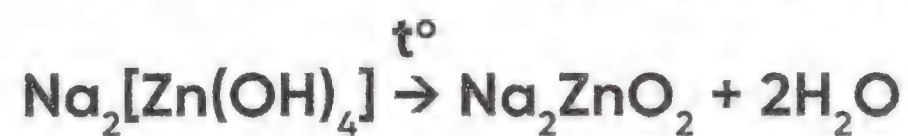
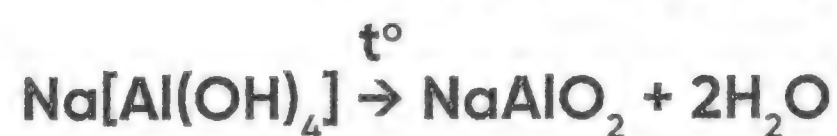
или

* возможно образование комплекса $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

Алюминаты,
цинкаты
осаждены!

С H₂O еще до комплекса
реагируют

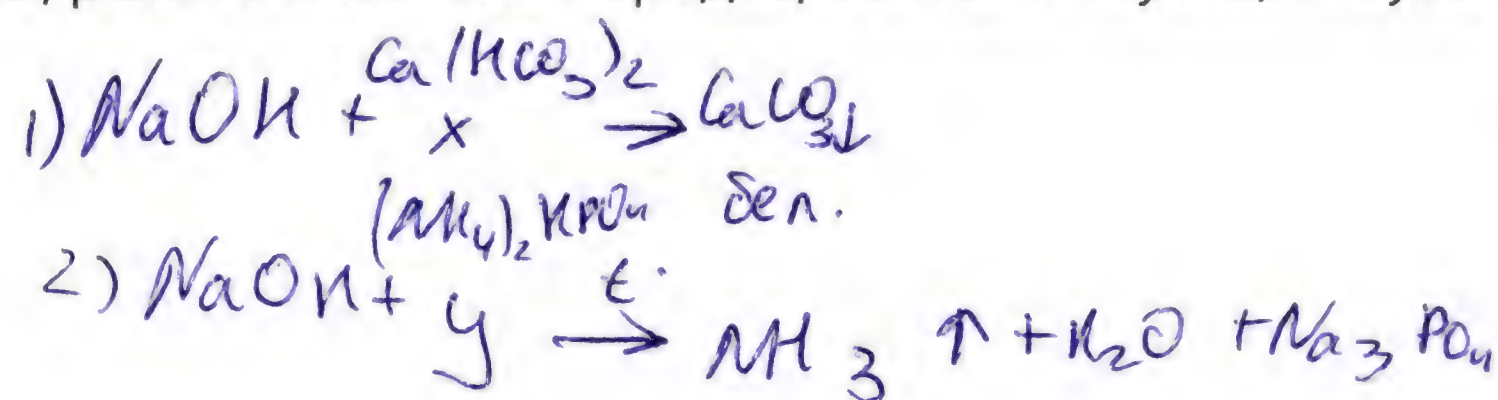
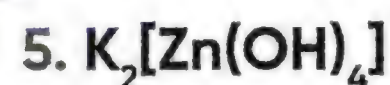
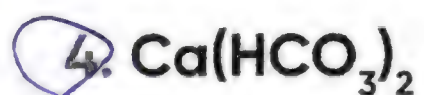
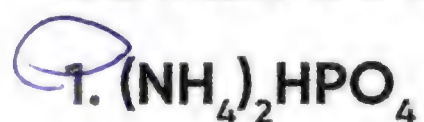
Соли «амфотерных» металлов – металл в анионе



* возможно образование комплекса $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

Задание 1 (6 КИМ)

В одну пробирку с раствором гидроксида натрия добавили раствор вещества **X** и в результате реакции наблюдали выпадение осадка белого цвета. В другую пробирку с раствором гидроксида натрия добавили раствор вещества **Y** и нагрели. В результате реакции наблюдали выделение газа. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

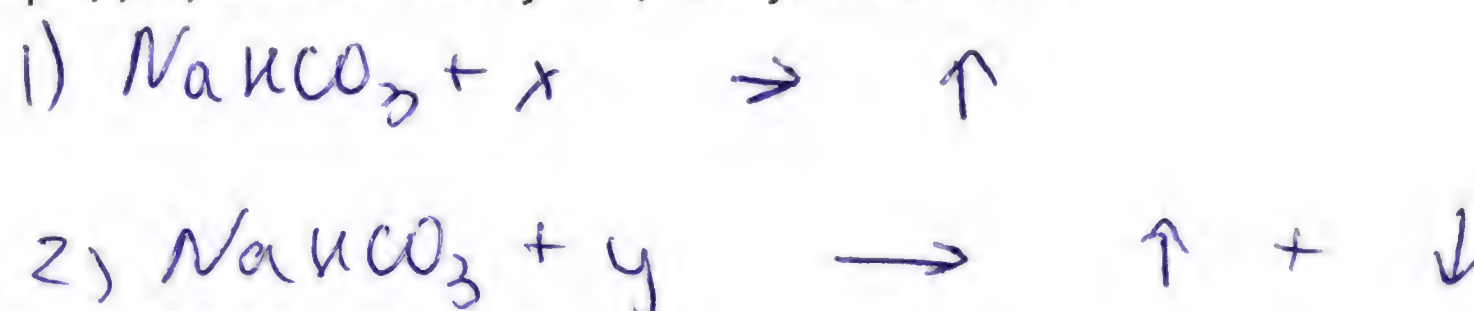
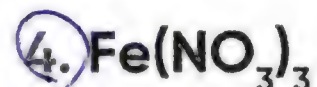


Ответ:

X	Y
4	1

Задание 2 (6 КИМ)

В одну из пробирок с раствором гидрокарбоната натрия добавили раствор вещества **X**, при этом наблюдали выделение пузырьков бесцветного газа, а образование осадка не происходило. В другую пробирку с раствором гидрокарбоната натрия прилили раствор вещества **Y**. В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа и выпадение осадка бурого цвета. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.



Ответ:

X	Y
3	4

Задание 3 (7 КИМ)

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

PuO

Формула вещества

Реагенты

A. $Fe(NO_3)_3$ (р-р) 12345

Б. $KHCO_3$ (р-р) 12345

В. Na_2SO_4 (р-р) 12345

Г. $BaCl_2$ (р-р) 12345

1. $Ca(OH)_2$, $BaCl_2$, $Pb(NO_3)_2$

2. $AgNO_3$, H_2SO_4 , Na_2CO_3

3. $BaSO_4$, HCl , $NaOH$

4. HCl , KOH , $Mg_3(PO_4)_2$

5. KOH , Zn , Na_3PO_4

Ответ:

А	Б	В	Г
5	1	1	2

Задание 4 (7 КИМ)

Установите соответствие между веществом и реагентами, с каждым из которых оно может реагировать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

Реагенты

A. $Cu(NO_3)_2$

Б. $AgNO_3$ 12345

В. NH_4Br

Г. K_2S 12345

1. $ZnCl_2$, $Fe(NO_3)_2$, $CuBr_2$

2. KCl , Na_2S , Pt

3. ~~$Mg(OH)_2$, HNO_3 , CuO~~

4. Cl_2 , $NaOH$, $AgNO_3$

5. $NaOH$, Na_2S , Fe

Ответ:

А	Б	В	Г
5	5	4	1

Задание 5 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукты

A. $Zn(OH)_2$ и KOH (тв.) $\rightarrow K_2ZnO_2 + H_2O$

Б. $Al(OH)_3$ и KOH (р-р) $\rightarrow K[Al(OH)_4]$

В. $Zn(OH)_2$ и KOH (р-р) $\rightarrow K_2[Zn(OH)_4]$

Г. $Al(OH)_3$ и KOH (тв.) $\rightarrow KAlO_2 + H_2O$

1. K_2ZnO_2 , H_2O

2. $KAlO_2$

3. $K_2[Zn(OH)_4]$

4. $K[Al(OH)_4]$

5. K_2ZnO_2

6. $KAlO_2$, H_2O

Ответ:

А	Б	В	Г
1	4	3	6

Задание 6 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Исходные вещества

Продукты

A. $BaCl_2$ и $KHSO_4$ (изб.) $\rightarrow BaSO_4 + K_2SO_4 + HCl$ 1. $KHSO_4$

Б. $KHSO_4$ (изб.) и $Ba(OH)_2$ $\rightarrow BaSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$ 2. $BaSO_4$, KCl , HCl

В. H_2SO_4 и K_2SO_4 $\rightarrow KHSO_4$ 3. $KHSO_4$, H_2O

Г. $BaCl_2$ (изб.) и $KHSO_4$ $\rightarrow BaSO_4 + KCl + HCl$ 4. $BaSO_4$, K_2SO_4 , HCl

5. K_2SO_4 , $BaSO_4$, H_2O

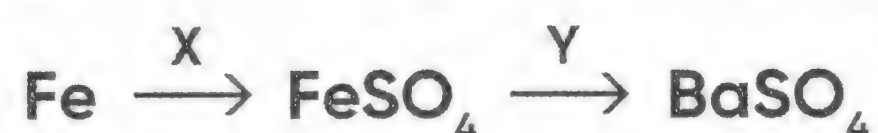
6. реакция не идет

Ответ:

А	Б	В	Г
4	5	1	2

Задание 7 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

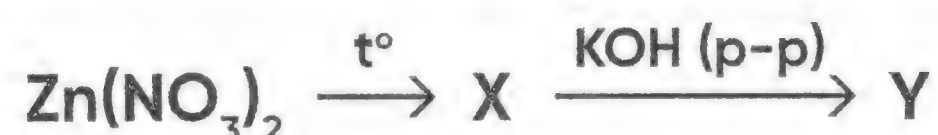
1. BaCl_2
2. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
3. BaCO_3
4. CuSO_4
5. BaO

Ответ:

X	Y
4	1

Задание 8 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

1. $\text{Zn}(\text{NO}_2)_2$
2. ZnO
3. Zn
4. K_2ZnO_2
5. $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$

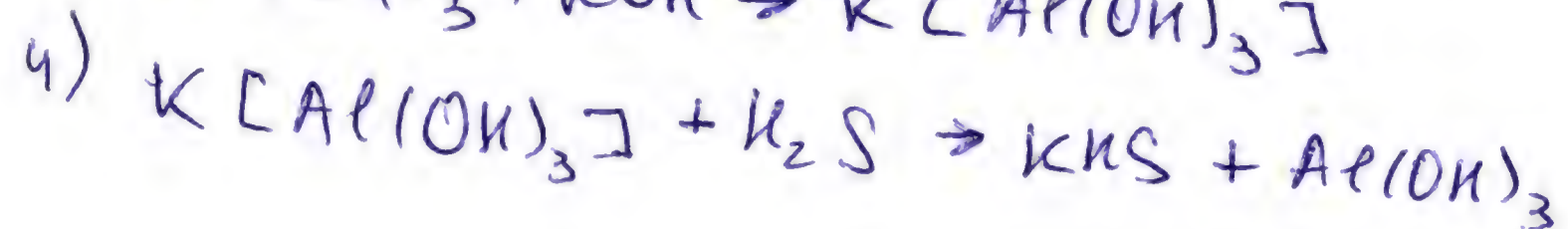
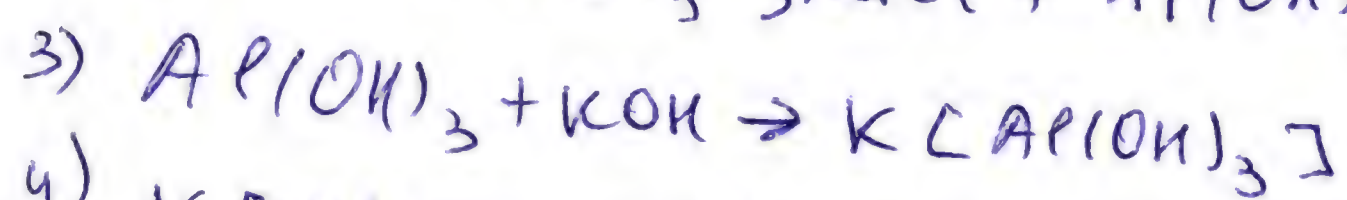
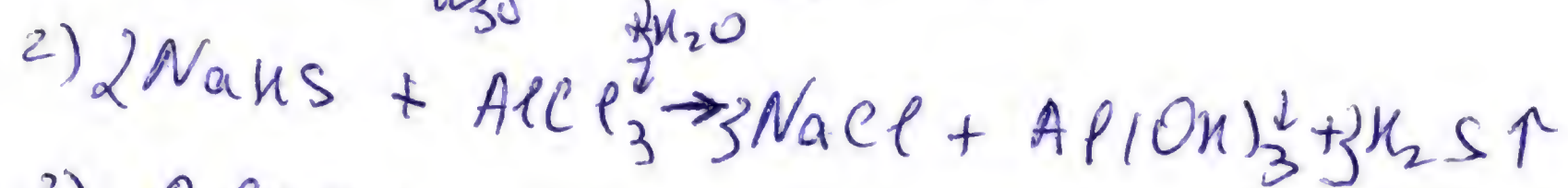
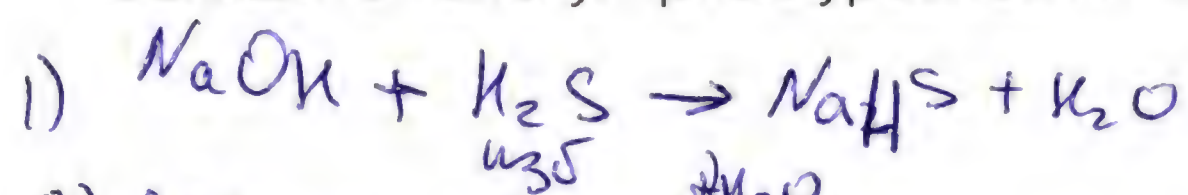


Ответ:

X	Y
2	5

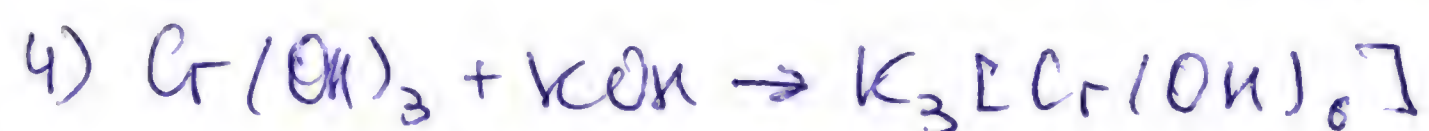
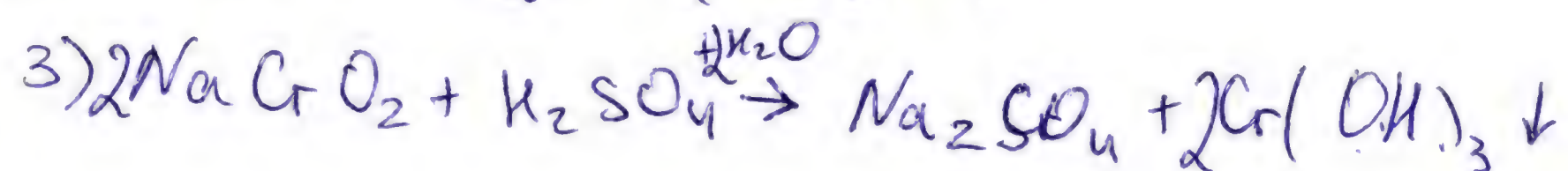
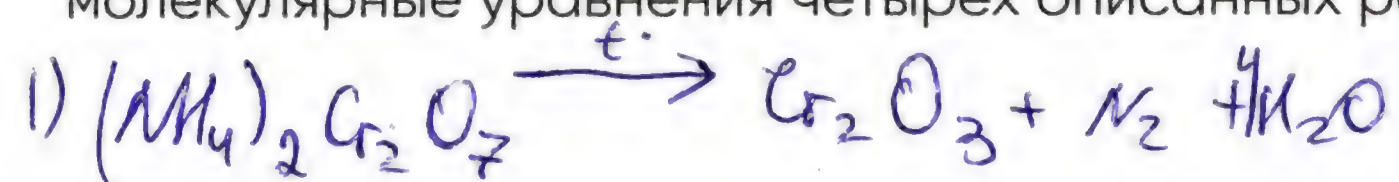
Задание 9 (31 КИМ)

Через раствор гидроксида натрия пропустили избыток газа с неприятным запахом тухлых яиц. К образующемуся в результате реакции раствору прилили раствор хлорида алюминия, и в результате реакции наблюдали выпадение осадка, который отделили, высушили и внесли в раствор гидроксида калия. Через образующийся раствор соли пропустили газ, выделившийся во второй реакции. Запишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



Задание 10 (31 КИМ)

При нагревании кристаллического вещества оранжевого цвета выделился бесцветный газ и образовался твердый остаток зеленого цвета. К твердому остатку добавили оксид натрия и прокалили смесь. К образовавшейся соли по каплям добавили раствор серной кислоты, а после реакции к продуктам долили раствор гидроксида калия до растворения серо-зелёного осадка. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



ДЕНЬ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

ДЕНЬ 3

Скорость реакции. Химическое равновесие.

ОВР. РЧО.

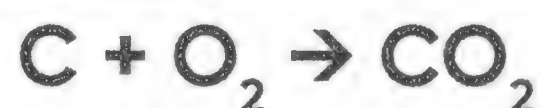
Гидролиз. Электролиз.

Классификация химических реакций в неорганической химии.

Скорость химической реакции. Химическое равновесие.

Что такое реакция?

Физические процессы	Химические процессы
• Испарение воды • Ковка металлов • Плавление льда • Растворение сахара в воде и т.д.	• Сгорание топлива • Скисание молока • Ржавление железа • Гниение листьев и т.д.



Признаки протекания химической реакции

1. Происходит изменение цвета
2. Выпадение/растворение осадка
3. Выделение газа
4. Выделение/поглощение тепла
5. Появление запаха
6. Выделение света

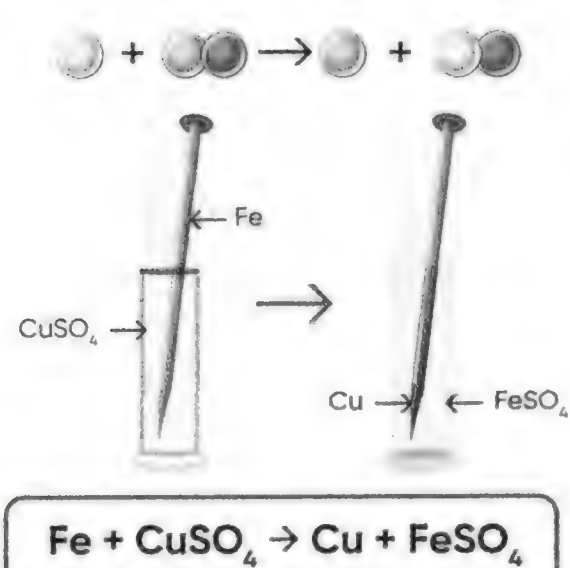
Классификация неорганических реакций



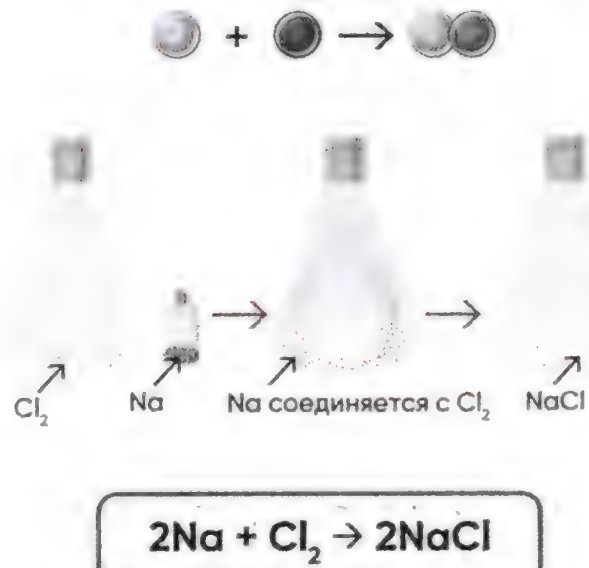
Классификация неорганических реакций

1. По количеству и составу реагентов и продуктов

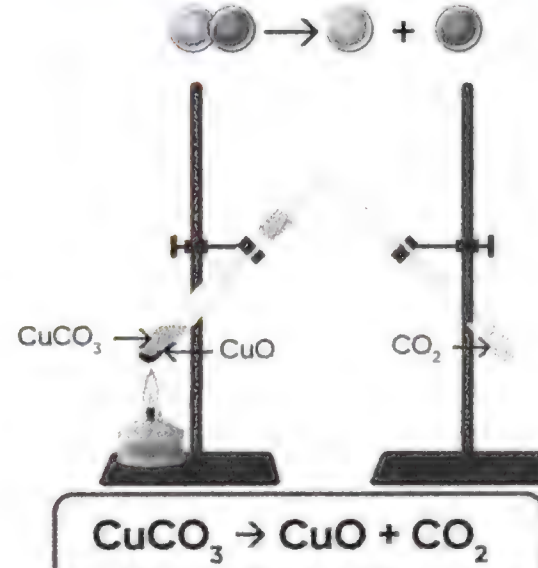
Реакция замещения



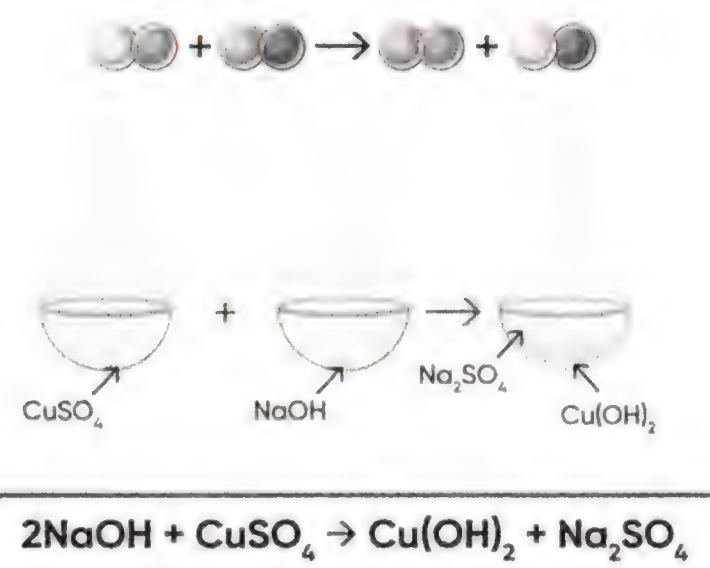
Реакция соединения



Реакция разложения

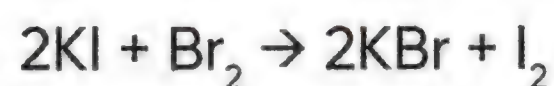


Реакция обмена

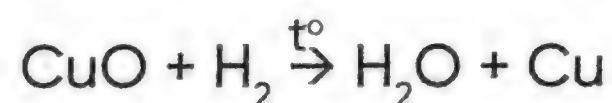
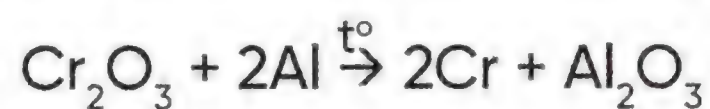
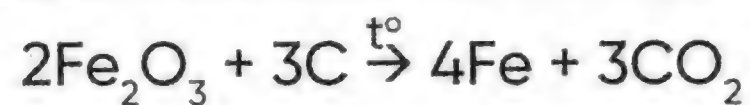


Реакции замещения*

• Вытеснение галогенов

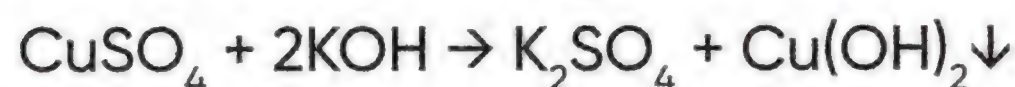
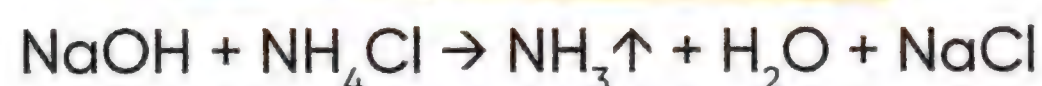


• Металлотермия, восстановление углем и водородом

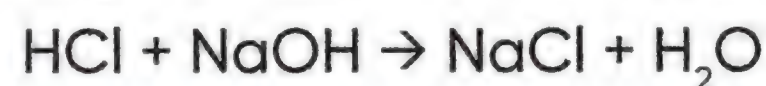
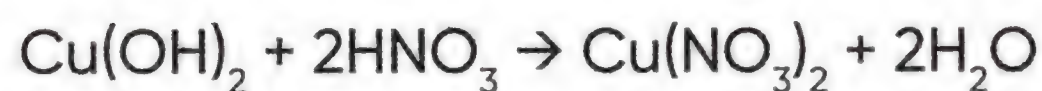
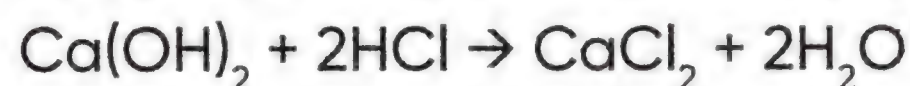


*в органической химии реакции замещения отличаются

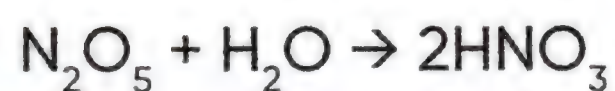
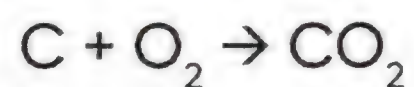
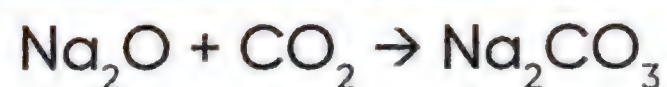
Реакции обмена



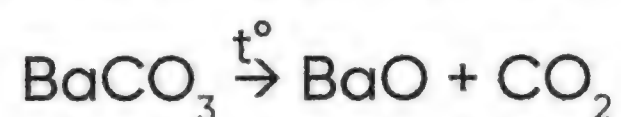
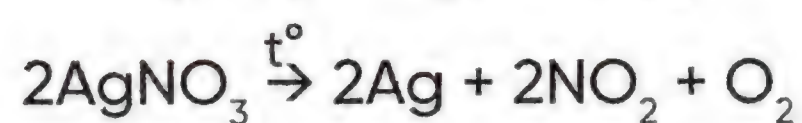
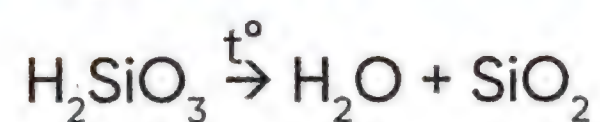
• Реакция нейтрализации



Реакции соединения



Реакции разложения

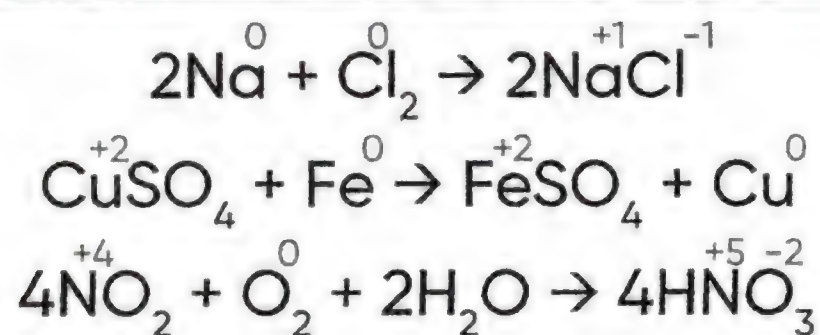


2. По изменению степени окисления

ОВР

Реакции

Окислительно-восстановительные

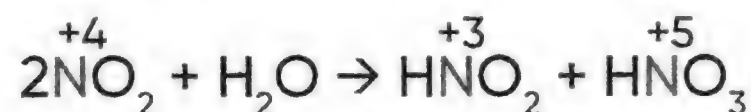


окислитель принимает электроны и понижает свою степень окисления, а восстановитель отдаёт электроны и повышает свою степень окисления

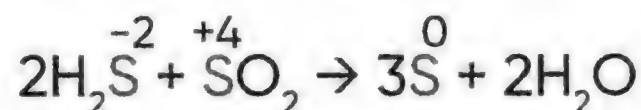
НЕ окислительно-восстановительные



Окислителем и восстановителем является один и тот же элемент с одинаковой степенью окисления — это **диспропорционирование**.



Окислителем и восстановителем является один и тот же элемент в разных степенях окисления — это **конпропорционирование**.

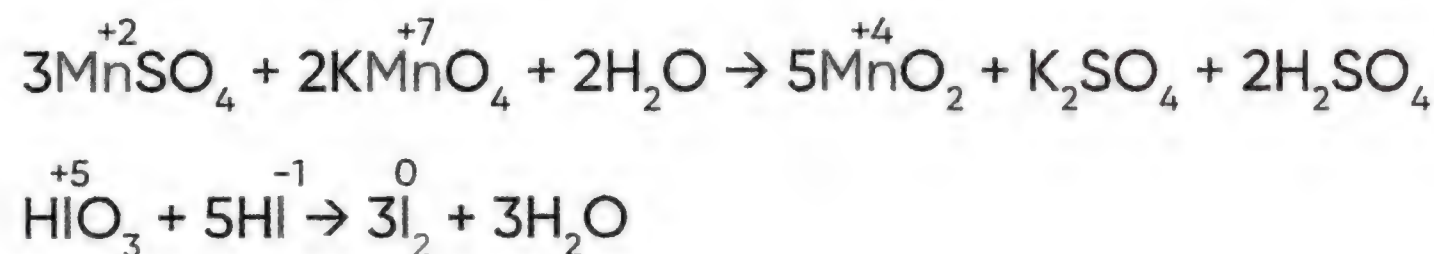


1. Диспропорционирование



*Cl₂ аналогично

2. Конпропорционирование

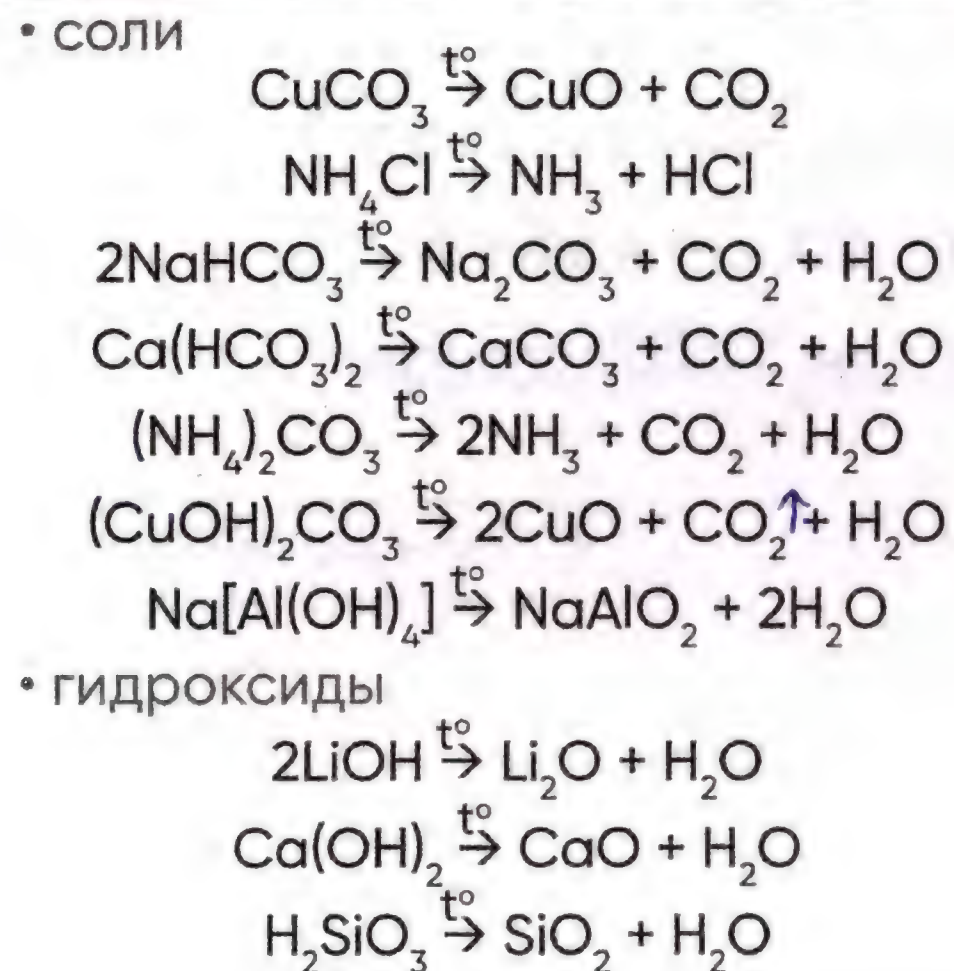


Разложение

Окислительно-восстановительные



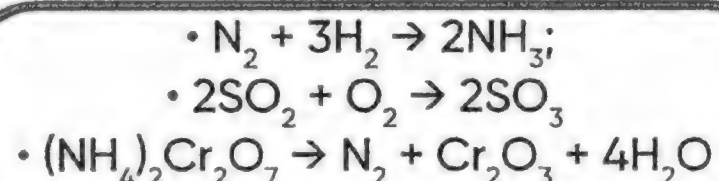
НЕ окислительно-восстановительные



3. По знаку теплового эффекта

Экзотермические (+Q):

- реакции горения;
- реакции нейтрализации;
- реакции ЩМ и ЩЗМ и их оксидов с водой;
- реакции, идущие со взрывом, самовоспламенение, разложение $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;

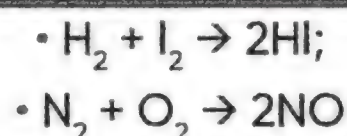


запомнить!

р-ции соединения

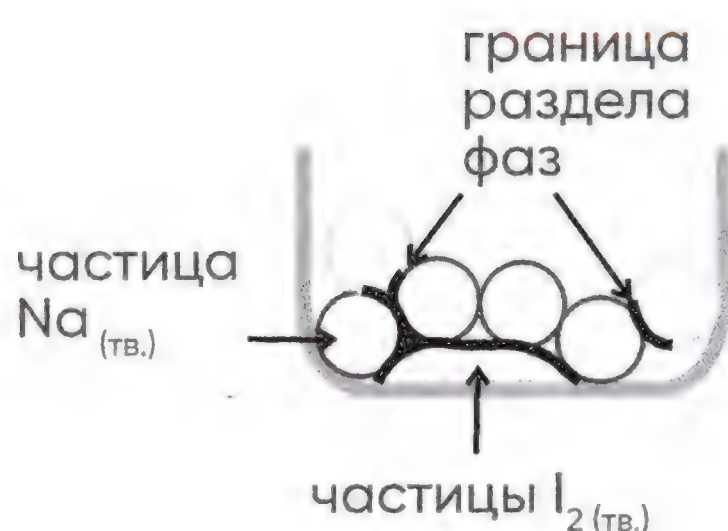
Эндотермические (-Q):

- реакции гидролиза (многие);
- реакции разложения, требующие длительного нагревания;



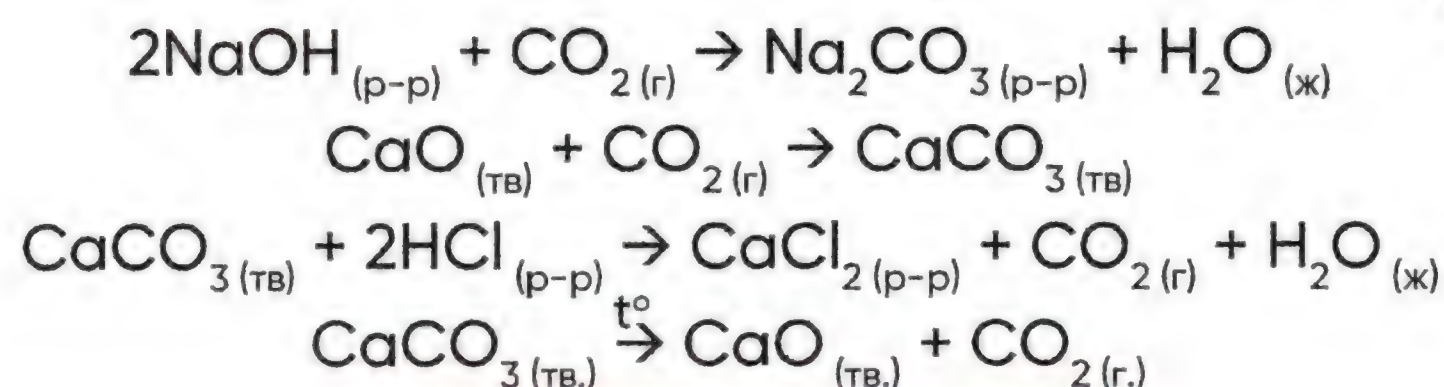
запомнить!

4. По наличию границы раздела фаз



Гетерогенные

Есть граница раздела фаз

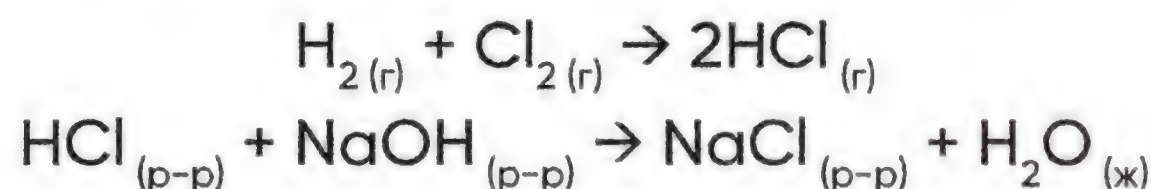


разложение



Гомогенные

Нет границы раздела фаз (газ + газ, раствор + раствор, жидкость + жидкость (смешивающиеся))



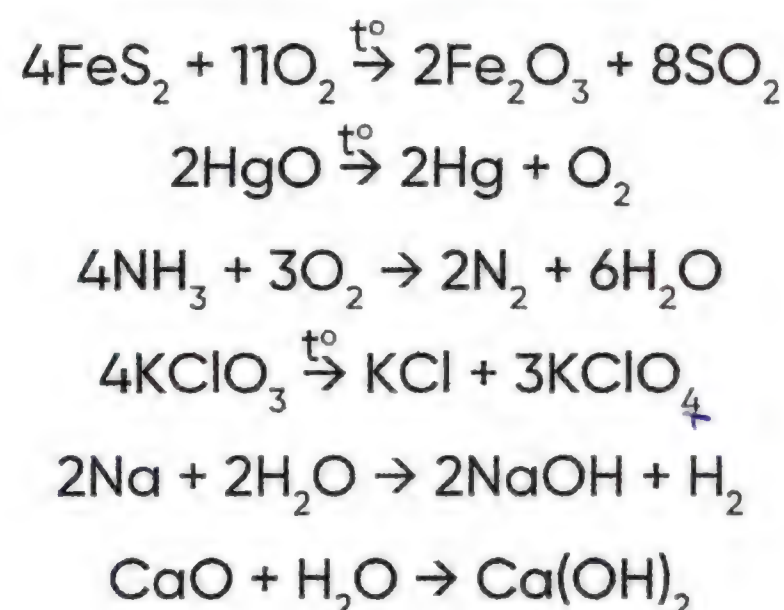
5. По наличию катализатора

Катализатор — это вещество, ускоряющее химическую реакцию.
Ингибитор — это вещество, замедляющее химическую реакцию.

Каталитические



Некаталитические



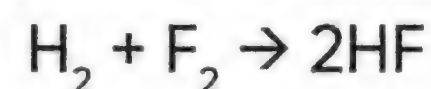
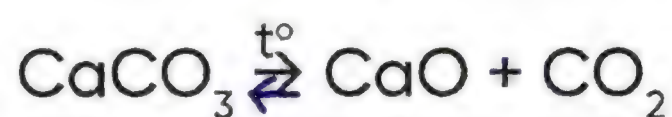
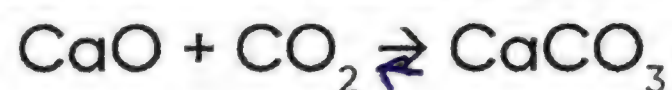
$t^0, h\nu$ — не являются катализаторами!



Обратимые и необратимые реакции

Обратимая реакция — реакция, в которой возможно протекание, как прямой, так и обратной реакции.

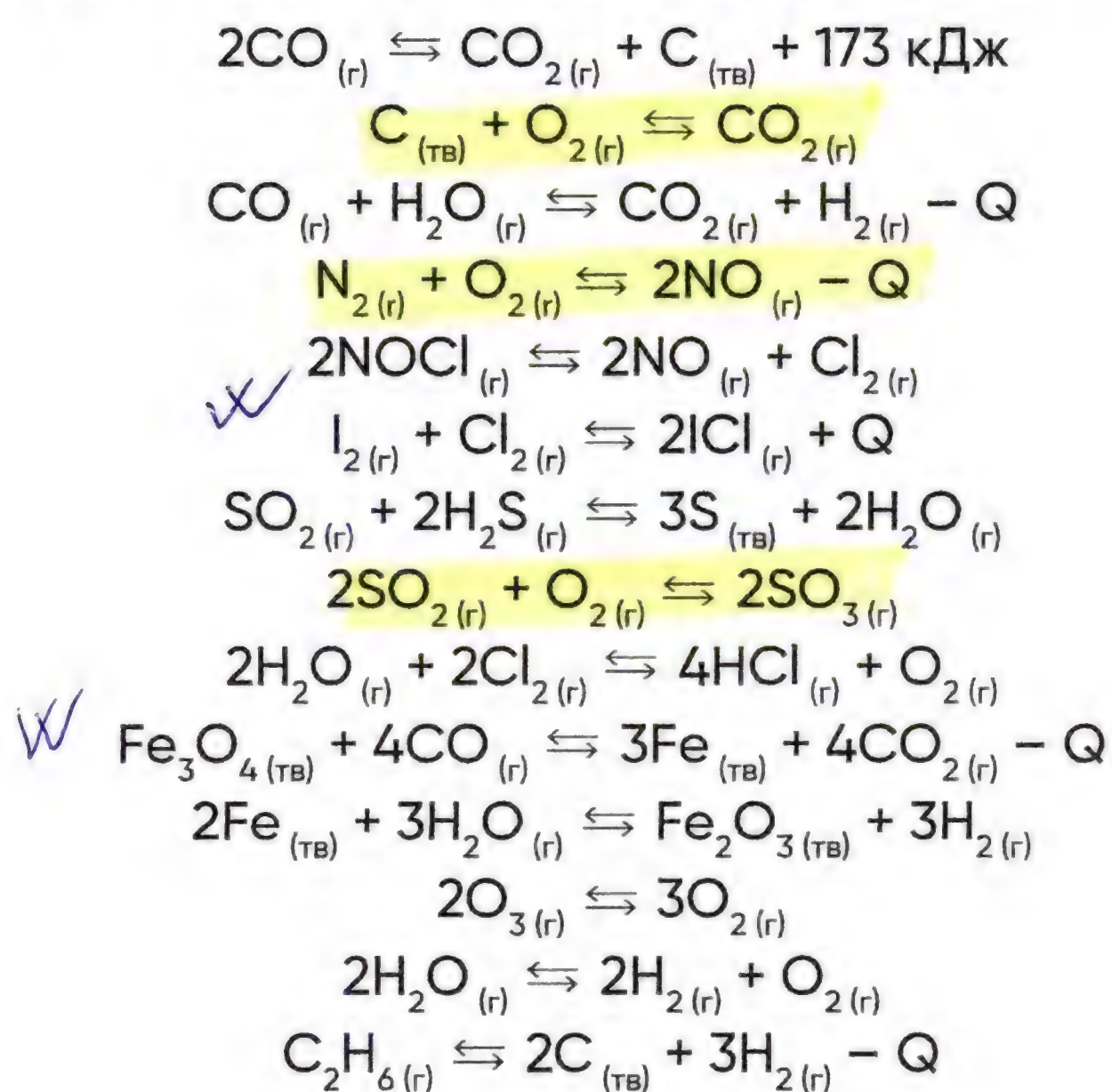
Необратимая реакция — реакция, в которой протекание обратной реакции практически невозможно.



Классификация химических реакций. Обратимость



Обратимые реакции (из банка ФИПИ)

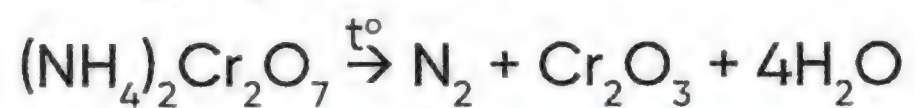


Скорость химической реакции

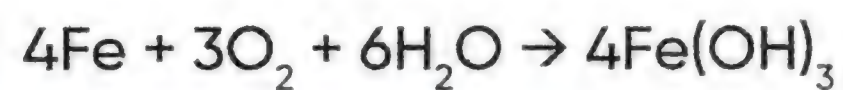
Быстрые реакции

Медленные реакции

Разложение
дихромата аммония



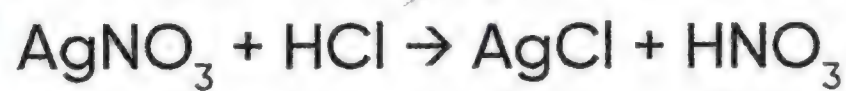
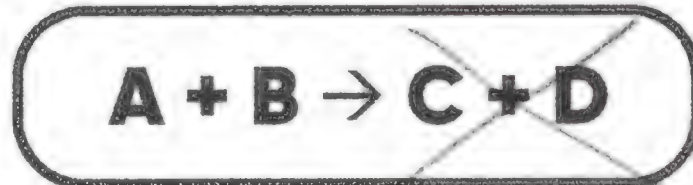
Коррозия железа



Скорость химической реакции

Скорость реакции — изменение концентрации реагента или продукта в единицу времени.

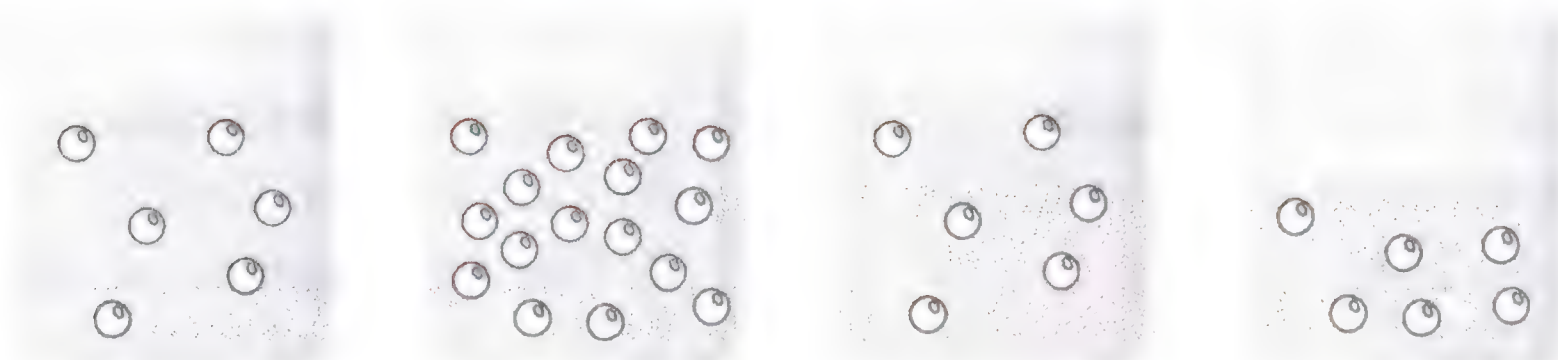
ТОЛЬКО
реагенты!



исходные в-ва

продукты р-ции

Концентрация



Факторы, влияющие на скорость химической реакции

1. Природа реагирующих веществ

2. Концентрации реагирующих веществ

3. Давление в реакционной смеси (объём)

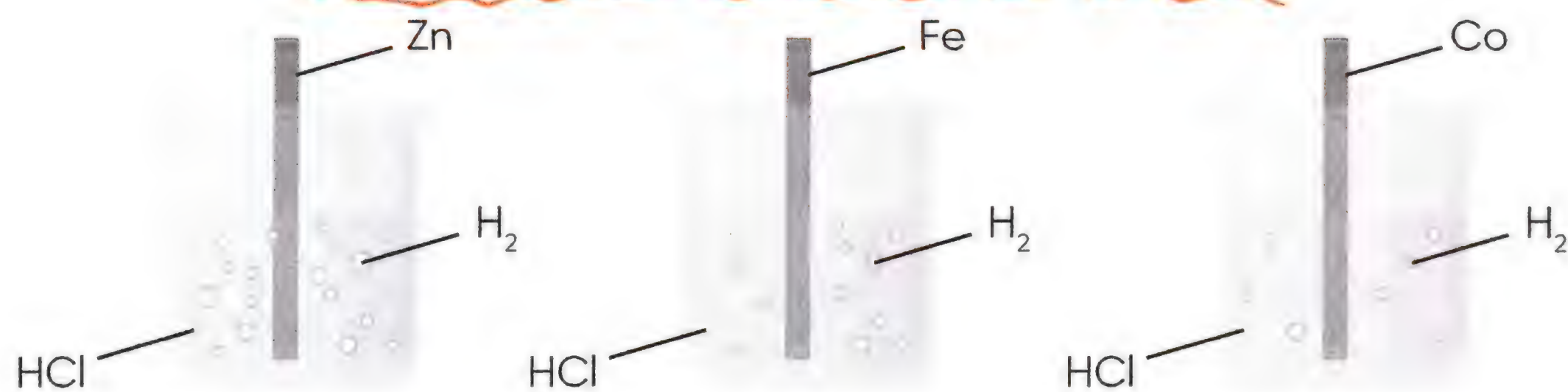
если в реагентах есть газы

4. Температура

5. Наличие катализатора

6. Степень измельчения в гетерогенных реакциях, где есть твердый участник реакции

1. Природа реагирующих веществ



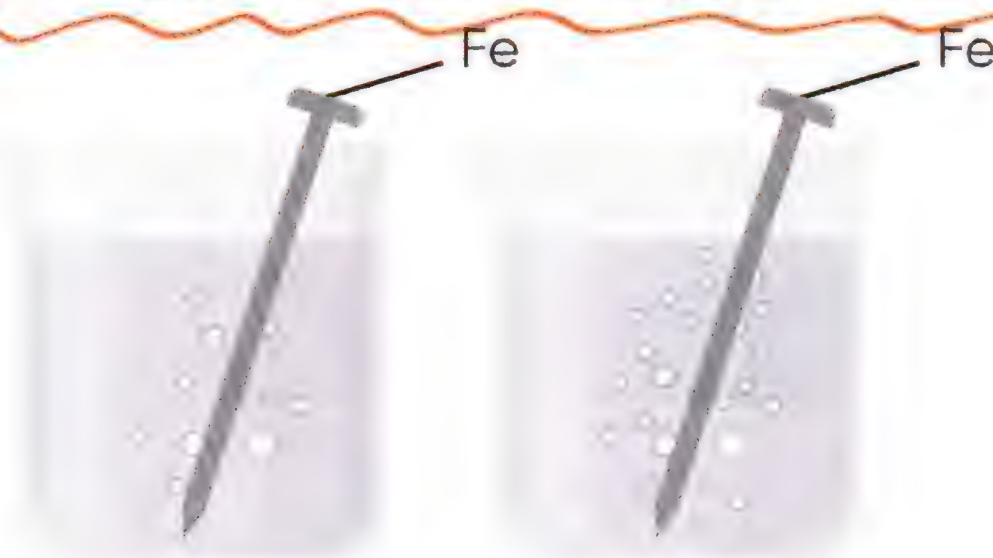
РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается →

Чем активнее реагенты,
тем быстрее идет реакция

2. Концентрация реагирующих веществ



10% HCl

20% HCl

чем выше концентрация
реагентов, тем выше
скорость реакции

Концентрация твёрдых веществ

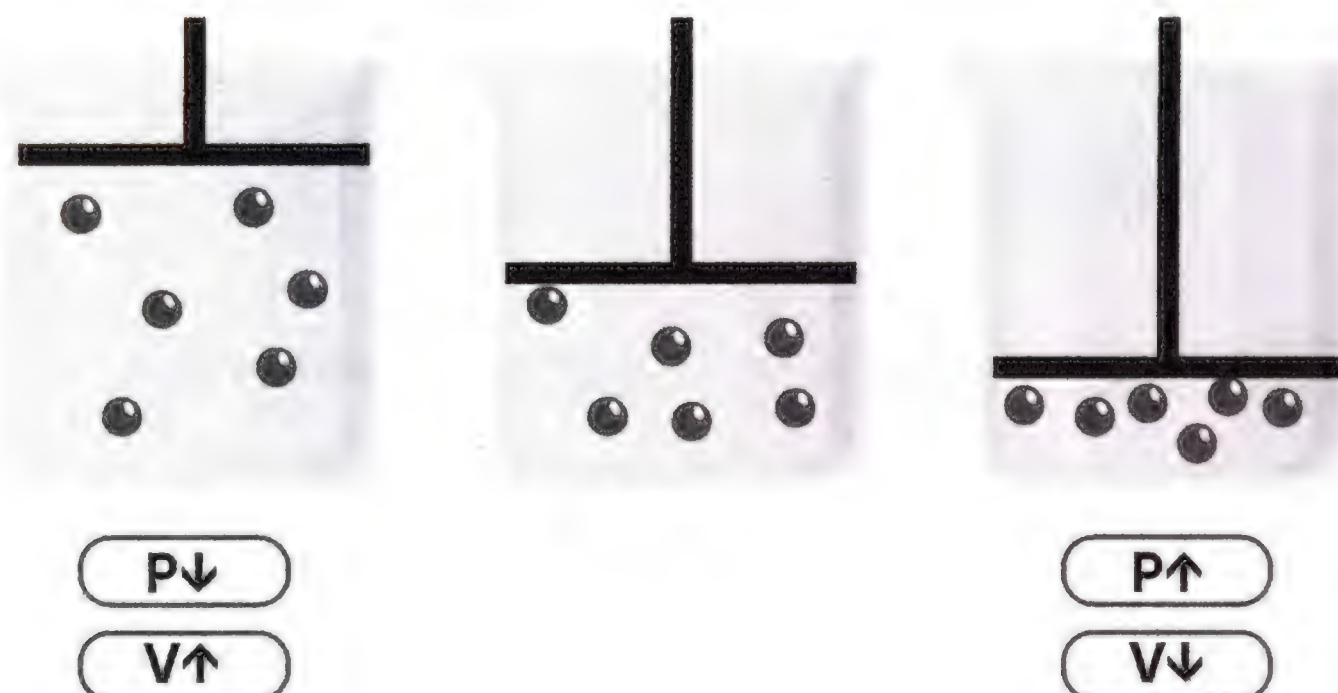
Добавление твёрдого
гидроксида натрия
повышает его
концентрацию, так
как он растворяется
в воде



Для веществ в твёрдой фазе
термин «концентрация»
не используют

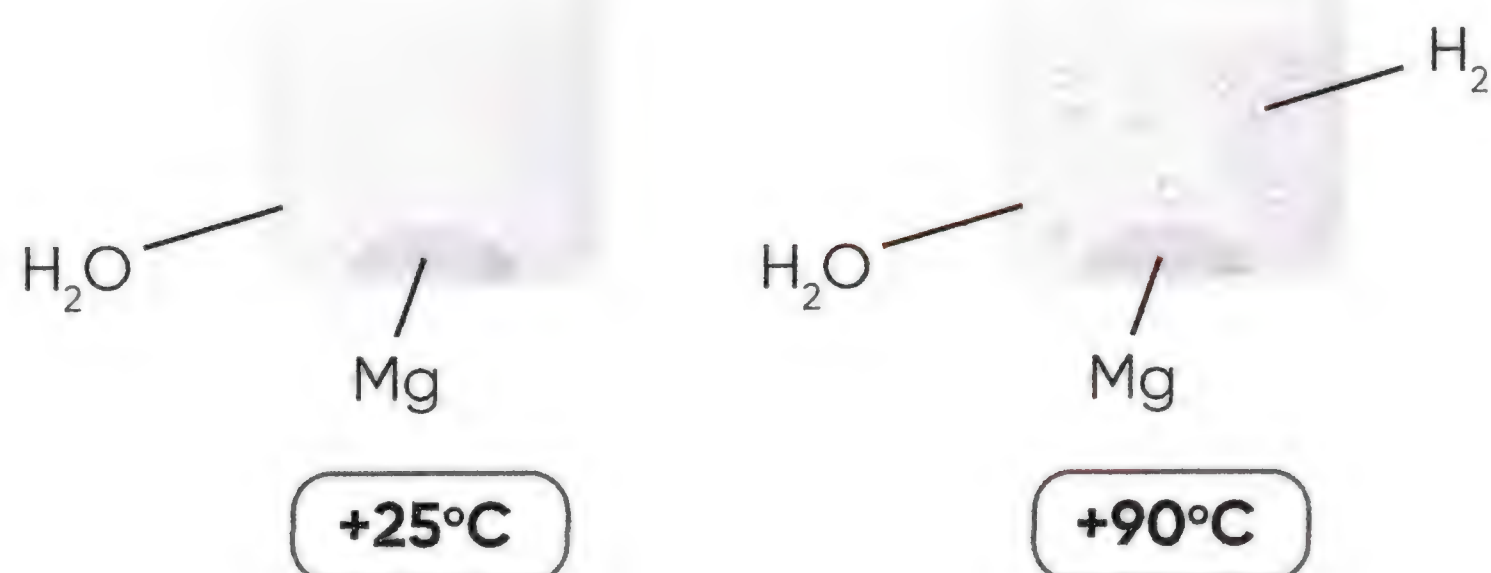
3. Давление реакционной смеси (объём)

Только для реагентов в газовой фазе!



чем выше давление,
тем больше скорость
реакции

4. Температура



чем выше температура,
тем выше скорость
реакции

5. Катализатор

Катализатор — вещество, ускоряющее реакцию.

Ингибитор — вещество, замедляющее реакцию.



MnO_2 — катализатор

t° , $h\nu$ — не являются катализаторами!

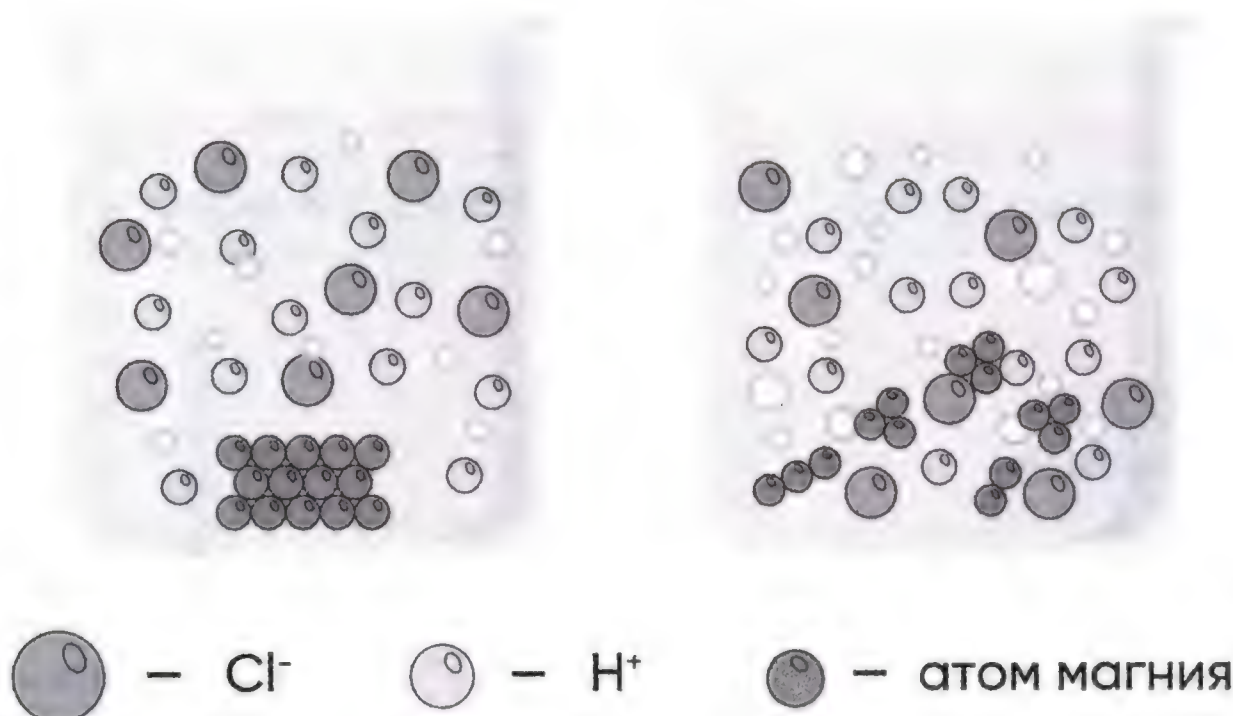
но свет может ускорять
некоторые реакции



6. Площадь соприкосновения

Маленькая площадь
соприкосновения

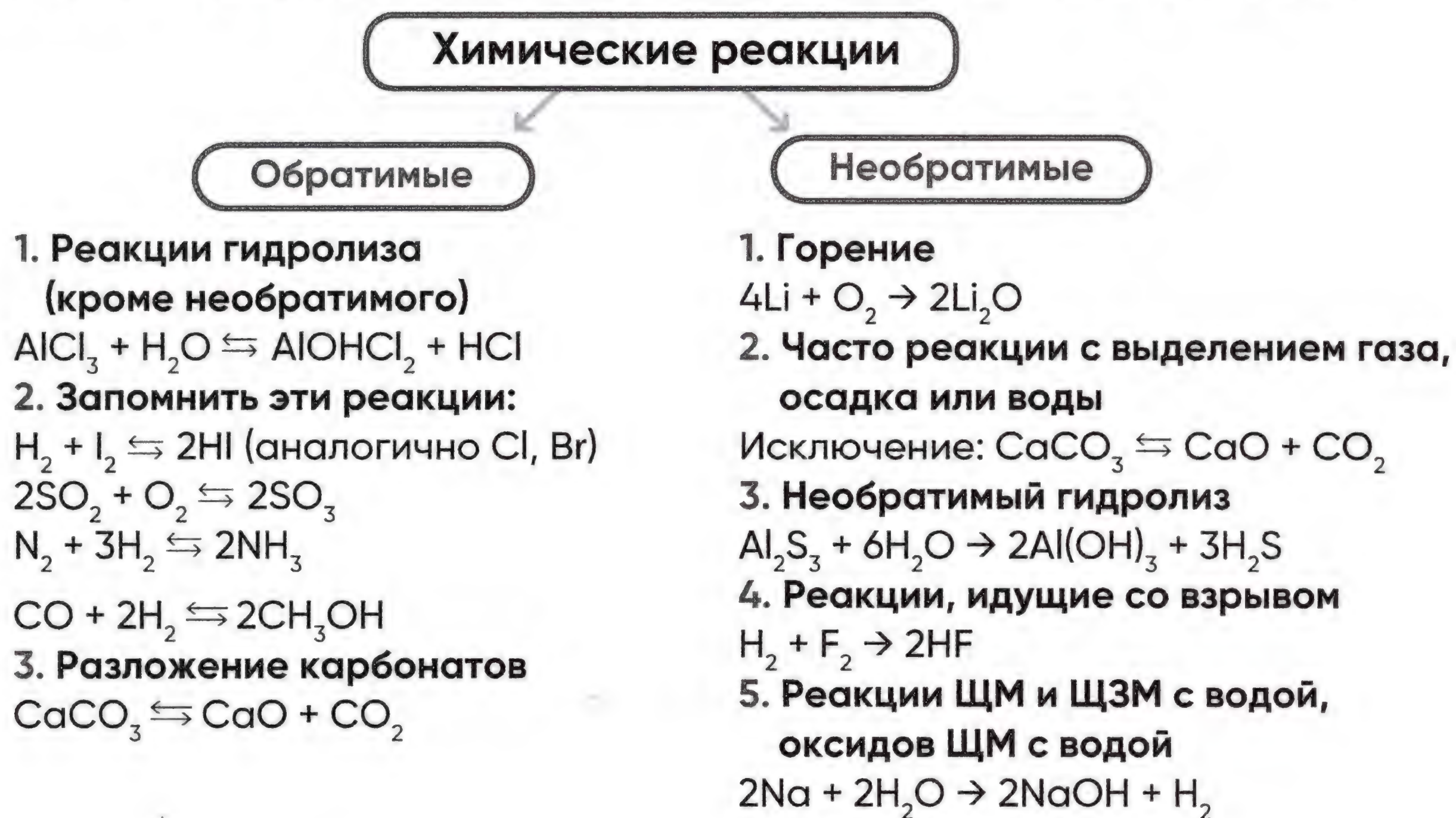
Большая площадь
соприкосновения



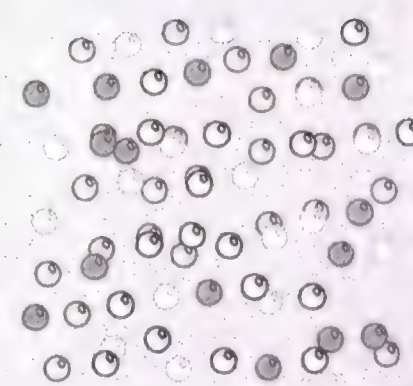
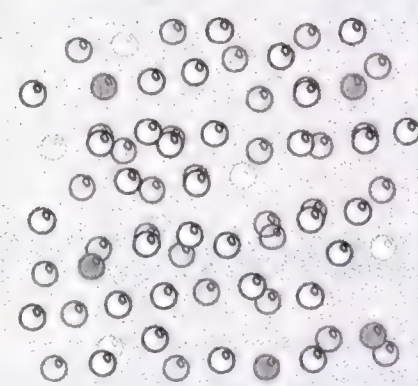
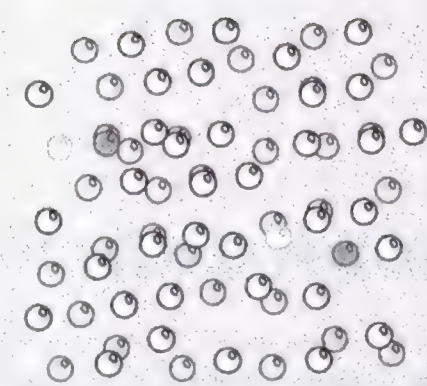
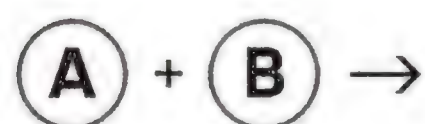
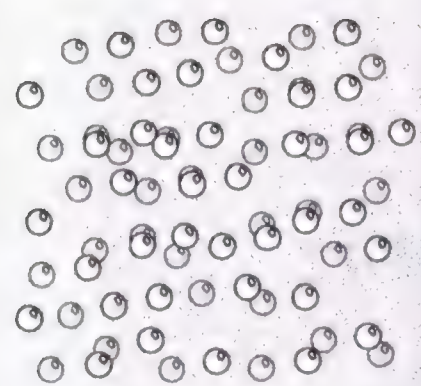
Измельчение твердого
вещества увеличивает
площадь поверхности,
поэтому реакция идёт
быстрее

Химическое равновесие

Классификация химических реакций. Обратимость



Химическое равновесие



Принцип Ле-Шателье

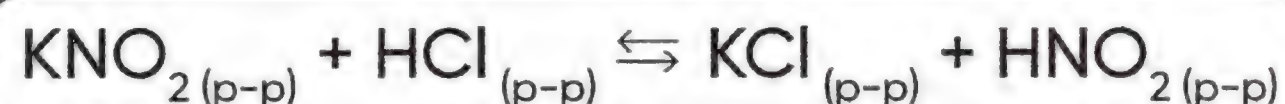
Если изменить одно из условий, при котором система находится в состоянии равновесия — концентрацию, давление или температуру, — то равновесие сместится в направлении той реакции, которая противодействует этому изменению.



А катализатор?

Ускоряет и прямую, и обратную реакцию, поэтому суммарно не смещает равновесие

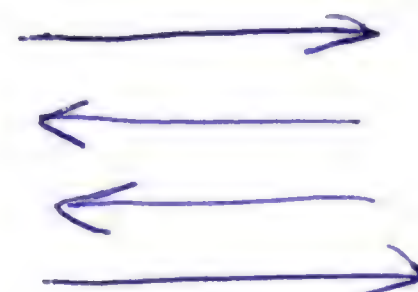
Концентрация



Воздействие

Увеличим концентрацию HCl
Уменьшим концентрацию KNO₂
Увеличим концентрацию HNO₂
Уменьшим концентрацию KCl

Смещение равновесия



реальный ЕГЭ 2020



Воздействие

Добавляем серную кислоту
Добавляем твердый нитрит натрия NaNO_2

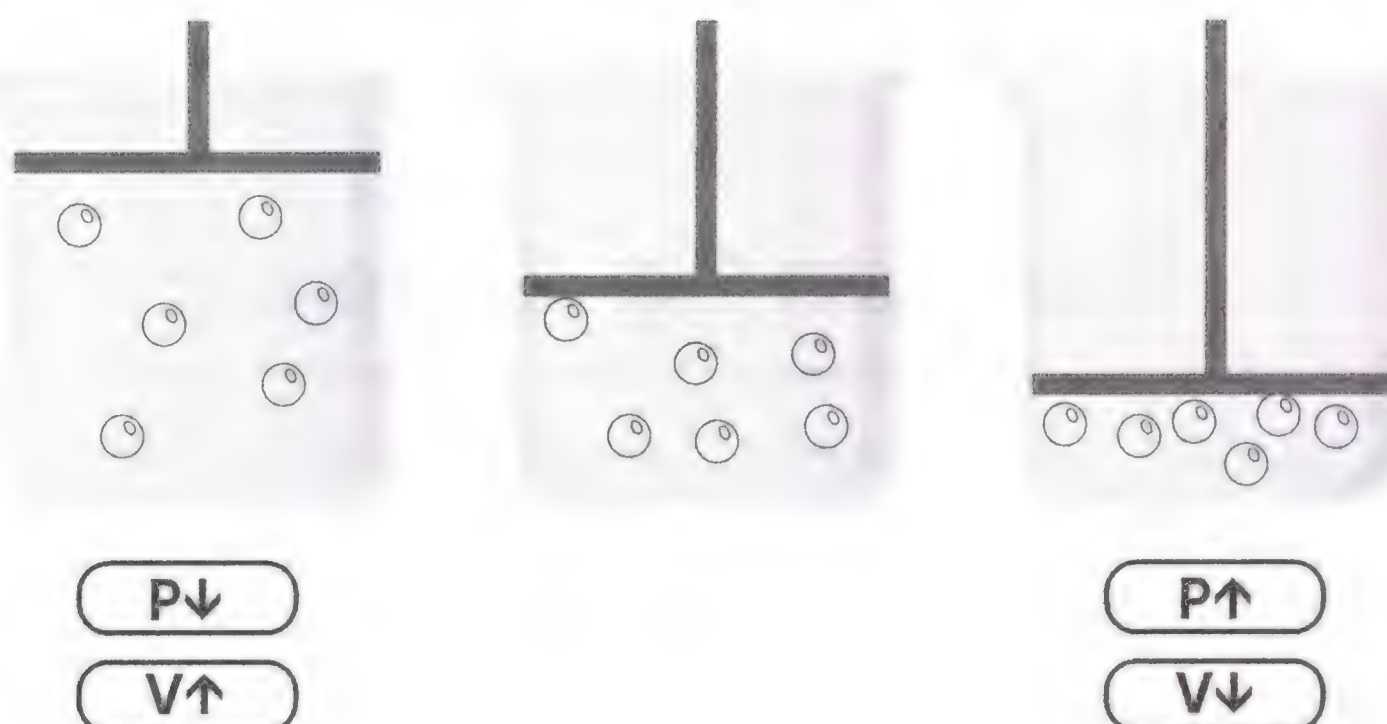
Смещение равновесия



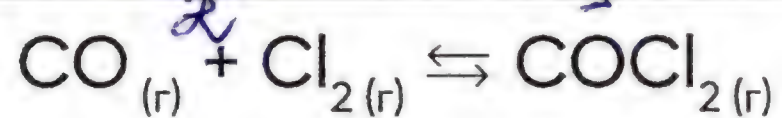
$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^{+} + \text{OH}^{-}$ $\text{H}^{+} + \text{OH}^{-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} \Rightarrow \downarrow \text{конц. к-тог}$ $\longleftarrow$

Давление реакционной смеси (объём)

Только если в реакции участвуют газы!



Давление (объём)



Воздействие

Увеличиваем давление в системе

Уменьшаем давление в системе

Увеличиваем объём системы

Уменьшаем объём системы

Смещение равновесия



При повышении давления равновесие смещается в сторону меньшей суммы коэффициентов перед газами
При понижении давления — туда, где больше сумма коэффициентов перед газами

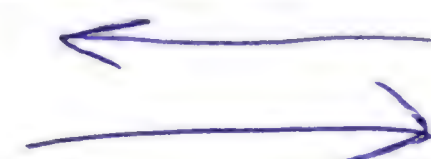


Воздействие

Увеличиваем давление в системе

Уменьшаем давление в системе

Смещение равновесия



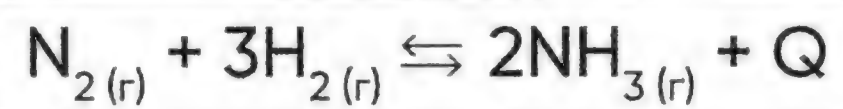
Экзотермические (+Q):

- реакции горения;
- реакция нейтрализации;
- реакции ЩМ и ЩЗМ с водой;
- реакции, идущие со взрывом, самовоспламенение, разложение $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
 - $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$;
 - $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$
- $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$

Эндотермические (-Q):

- реакции гидролиза;
- реакции разложения, требующие длительного нагревания;
 - $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$;
 - $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$

Температура

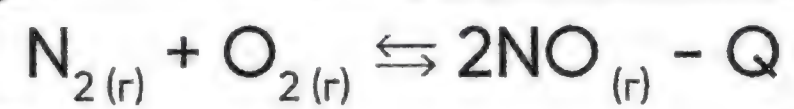
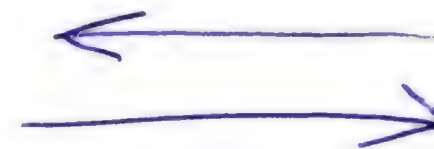


Воздействие

Повышение температуры

Понижение температуры

Смещение равновесия



Воздействие

Повышение температуры

Понижение температуры

Смещение равновесия



Задание 1 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются необратимыми. Запишите номера выбранных ответов.

1. гидролиз хлорида алюминия $AlCl_3$

2. взаимодействие бария с водой $Ba + H_2O \rightarrow Ba(OH)_2$

3. горение натрия

4. восстановление железной окалины угарным газом $Fe_3O_4 + 4CO \rightleftharpoons 3Fe + 4CO_2$

5. гашение извести

Ответ: 23

Задание 2 (18 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все реакции, для которых увеличение давления не приводит к увеличению скорости реакции. Запишите номера выбранных ответов.

1. $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$

2. $2NaOH_{(p-p)} + H_2SO_{4(p-p)} = Na_2SO_4 + 2H_2O$

3. $N_2 + O_2 = 2NO$

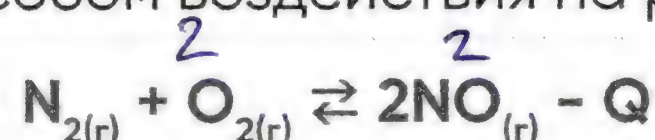
4. $Fe + 2HCl_{(p-p)} = FeCl_2 + H_2$

5. $CO + Cl_2 = COCl_2$

Ответ: 24

Задание 3 (22 КИМ)

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Воздействие

Направление смещения химического равновесия

А. повышение давления

1. смещается в сторону прямой реакции

Б. понижение температуры

2. смещается в сторону обратной реакции

В. добавление катализатора

3. практически не смещается

Г. повышение температуры

Ответ:

А	Б	В	Г
3	2	3	1

Задание 4 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все типы химических реакций, к которым можно отнести взаимодействие раствора хлорида железа(III) с медью. Запишите номера выбранных ответов.

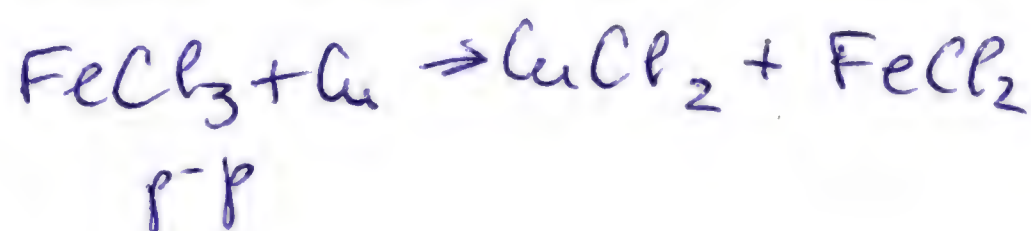
1. каталитическая

2. окислительно-восстановительная

3. замещения

4. гетерогенная

5. некаталитическая



Ответ: 245

Задание 5 (18 КИМ)

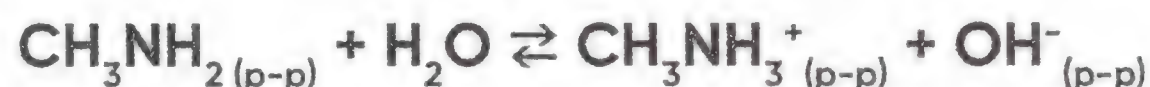
Из предложенного перечня выберите все реакции, для которых измельчение твёрдого вещества не приводит к увеличению скорости реакции. Запишите номера выбранных ответов.

1. горение сернистого газа в кислороде
2. взаимодействие соляной кислоты и нитрата серебра в растворе
3. разложение перманганата калия
4. горение серы в кислороде
5. взаимодействие магния с раствором серной кислоты

Ответ: 12

Задание 6 (22 КИМ)

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему



и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Воздействие

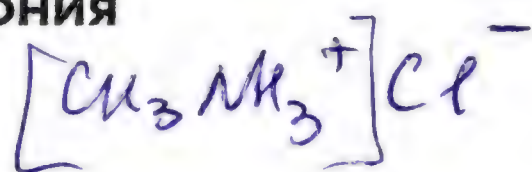
Направление смещения химического равновесия

- А. увеличение концентрации метиламина
Б. добавление воды
В. добавление раствора гидроксида натрия
Г. добавление хлорида метиламмония
1. смещается в сторону прямой реакции
2. смещается в сторону обратной реакции
3. практически не смещается

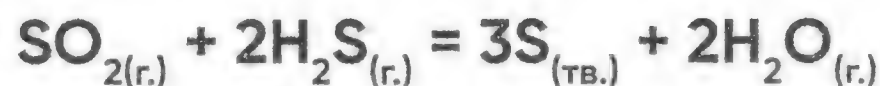
Ответ:

А	Б	В	Г
1	1	2	2

Задание 7 (17 КИМ)



Из предложенного перечня выберите все типы химических реакций, к которым можно отнести реакцию:



Запишите номера выбранных ответов.

1. обратимая
2. необратимая
3. гомогенная
4. окислительно-восстановительная
5. гетерогенная

Ответ: 134

Задание 8 (18 КИМ)

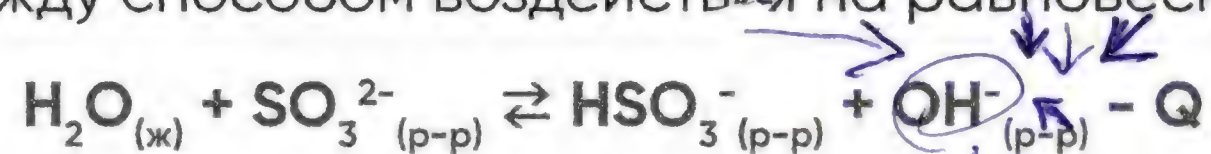
Из предложенного перечня выберите все реакции, для которых понижение концентрации серной кислоты не приводит к уменьшению скорости реакции. Запишите номера выбранных ответов.

1. $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{разб.})} + \text{Mg} = \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$
3. $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$
4. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
5. $\text{S} + 6\text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Ответ: 35

Задание 9 (22 КИМ)

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

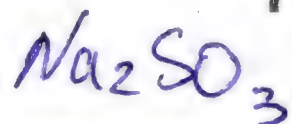


и направлением смещения химического равновесия в результате этого воздействия. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Воздействие

Направление смещения химического равновесия

А. добавление твердого сульфита натрия



1. смещается в сторону прямой реакции

Б. повышение температуры

2. смещается в сторону обратной реакции

В. понижение давления

3. практически не смещается

Г. добавление соляной кислоты



Ответ:

А	Б	В	Г
1	1	3	1



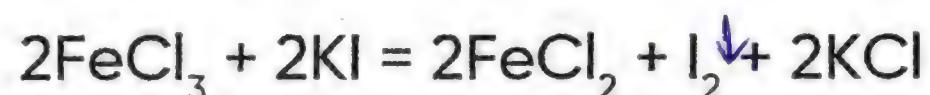
Окислительно-восстановительные реакции.

Кислоты-окислители.

Окислительно-восстановительные реакции

Восстановитель — отдаёт электроны и повышает свою степень окисления.

Окислитель — принимает электроны и понижает свою степень окисления.



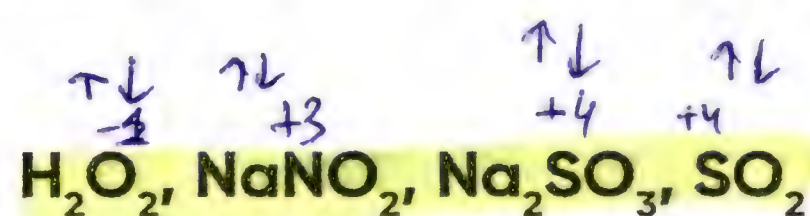
Типичные окислители

- Соли: KMnO_4 , K_2MnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 , KClO_4 , KClO_3 , KClO_2 , KClO , соли Fe(III)
- Кислоты: $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$, HNO_3 , HClO_3 , HClO_2 , HClO
- Оксиды: Mn_2O_7 , CrO_3 , PbO_2 , MnO_2 , Ag_2O , N_2O , NO , NO_2
- Простые вещества — неметаллы (Cl_2 , Br_2 , O_2)

Типичные восстановители

- Соли: соли Mn(II), соли Cr(III), Cr(II), соли Fe(II), KNO_2 , Na_2SO_3 , сульфиды (Na_2S , Ag_2S), иодиды (NaI), бромиды (NaBr), соли Cu(I)
- Кислоты: H_2S , HI, HBr, HCl^{-1}
- Оксиды: Cr_2O_3 , CO, FeO, Cu_2O , P_2O_3
- Простые вещества — металлы (Ca, Al, Na и др.), неметаллы (S, P, C)
- Другие соединения, где есть элементы в низшей степени окисления (PH_3 , NH_3)

И окислители, и восстановители

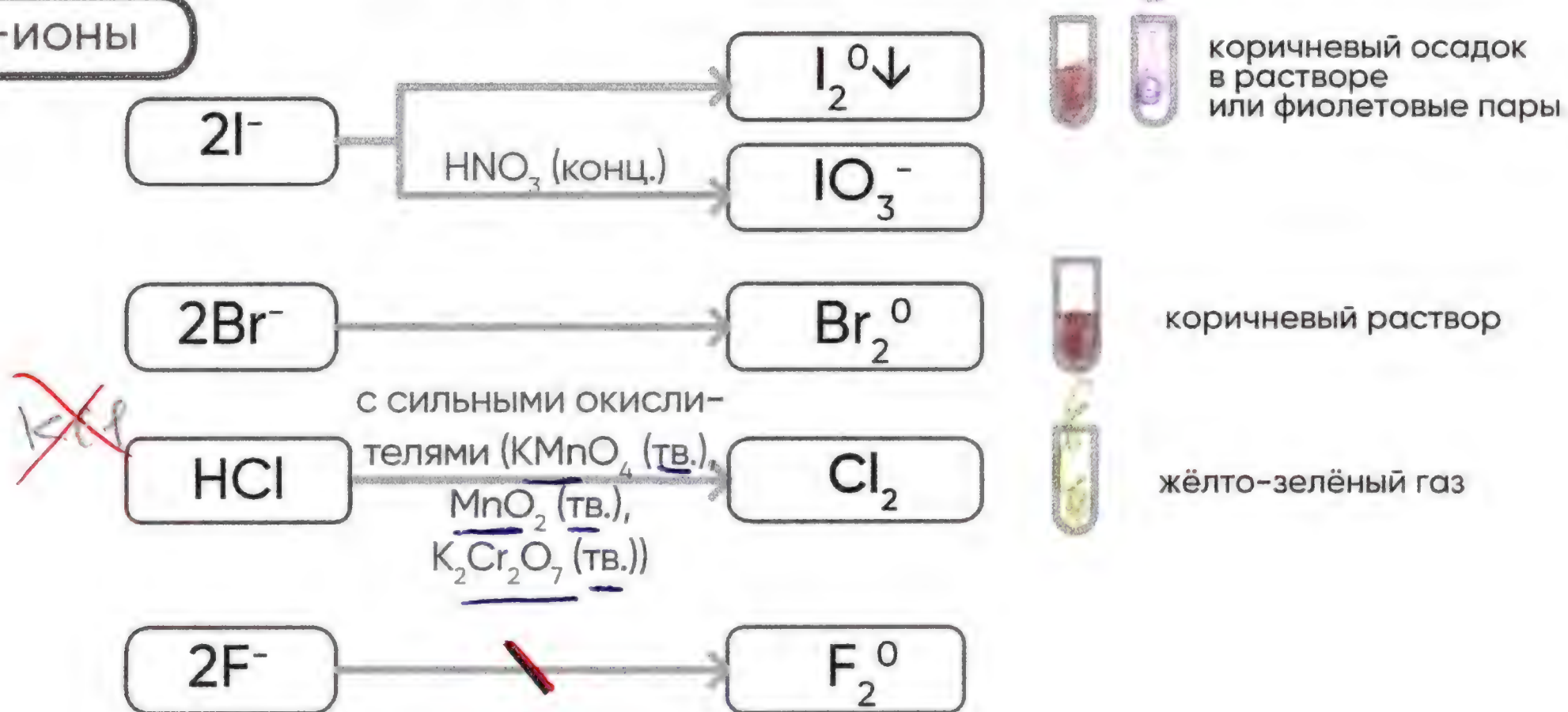


Что значит составить реакцию ОВР?

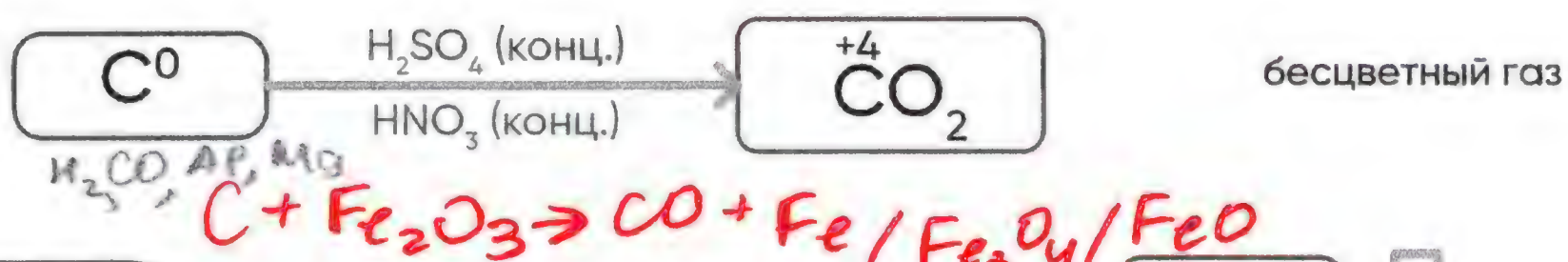


Важнейшие восстановители

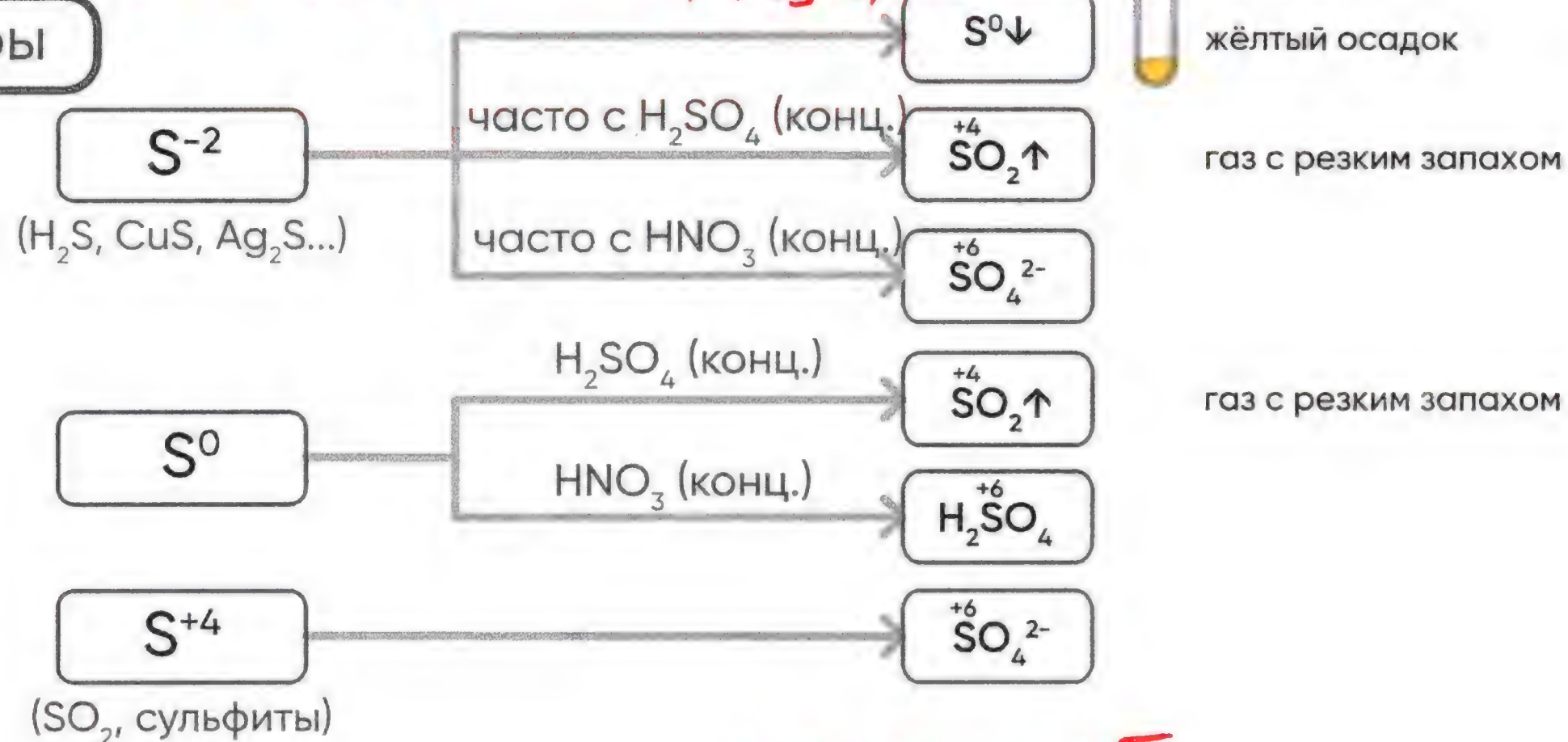
• Галогенид-ионы



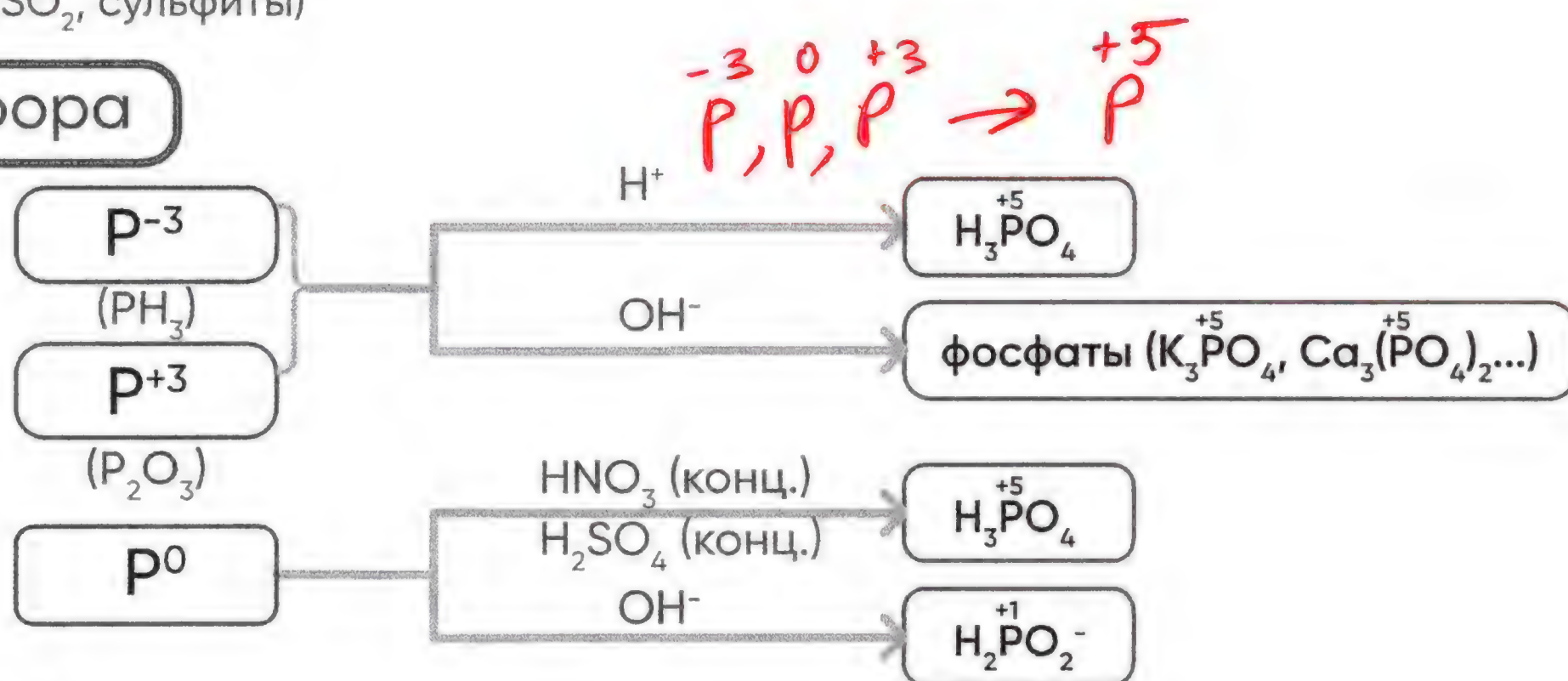
• Углерод



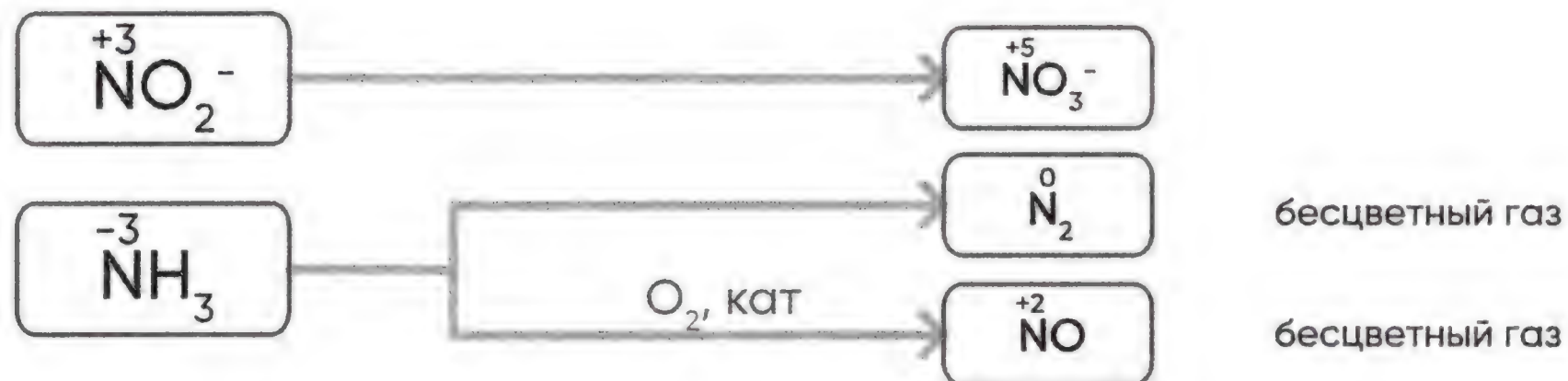
• Соединения серы



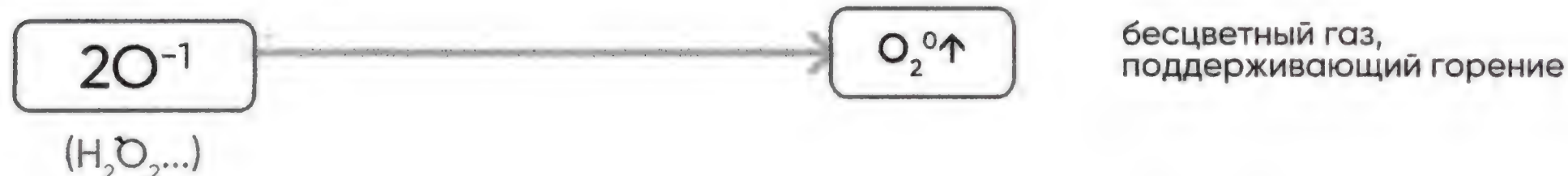
• Соединения фосфора



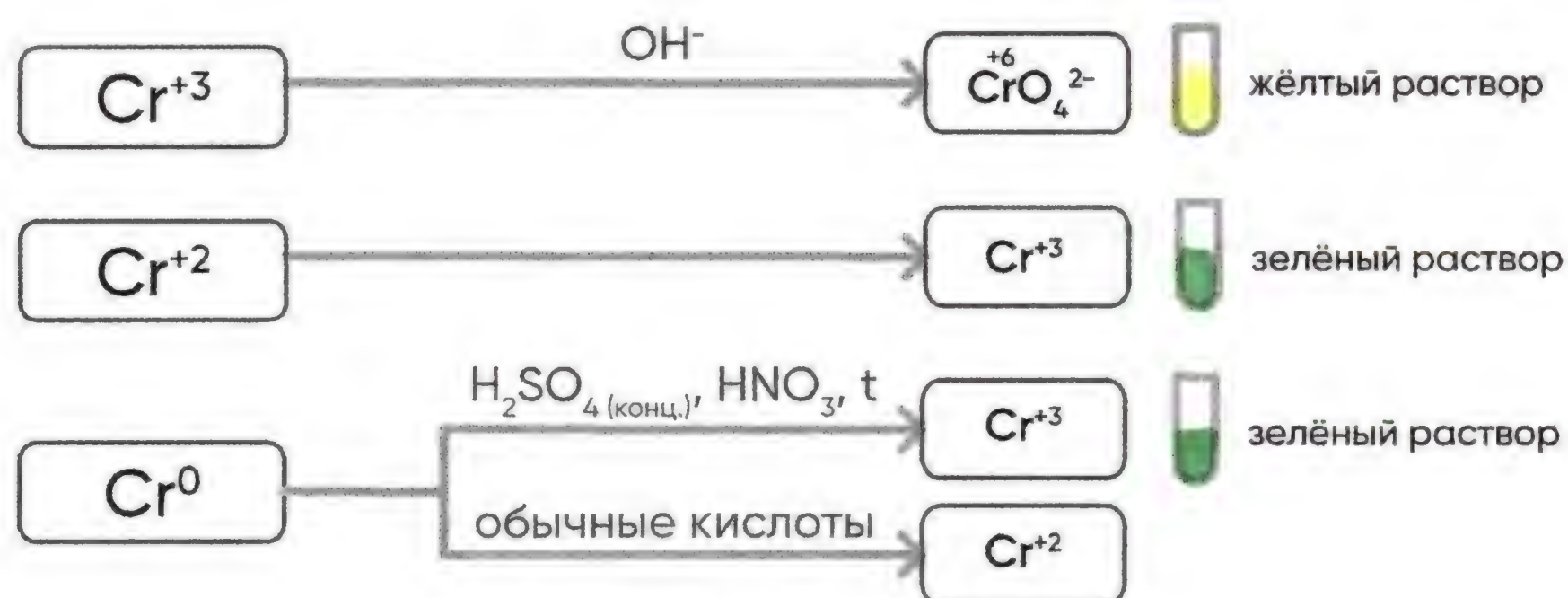
• Соединения азота



• Пероксид-ион



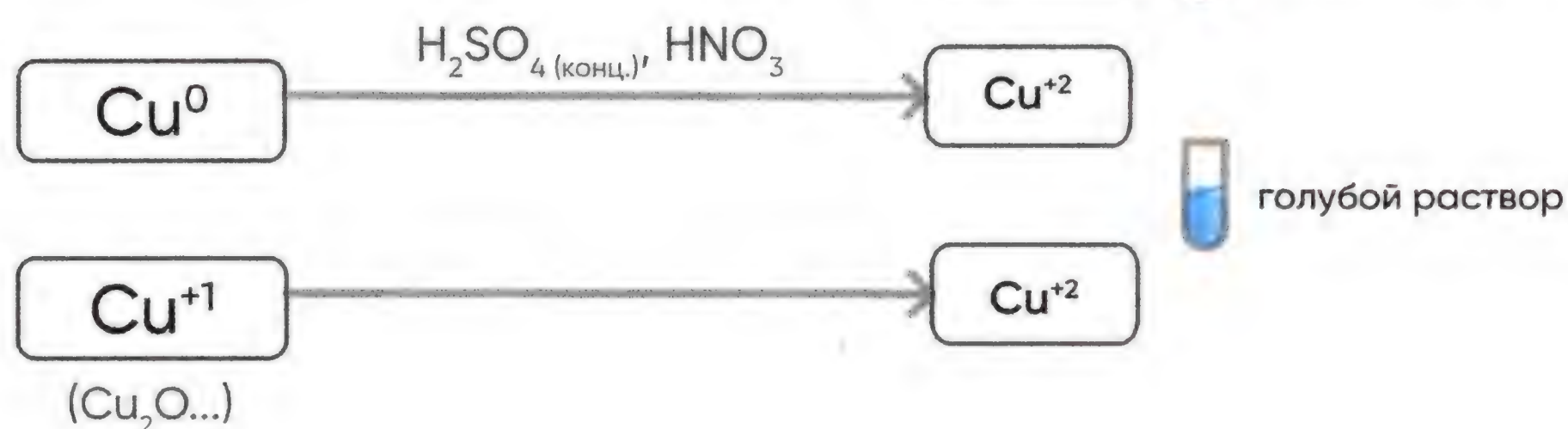
• Cr



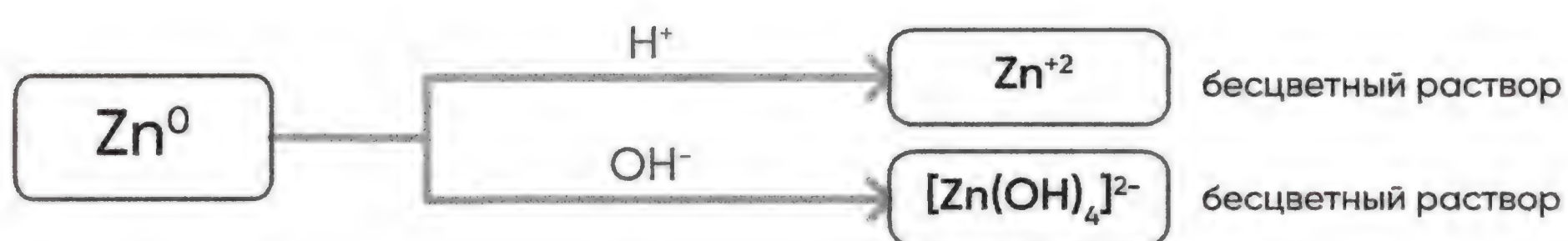
• Fe



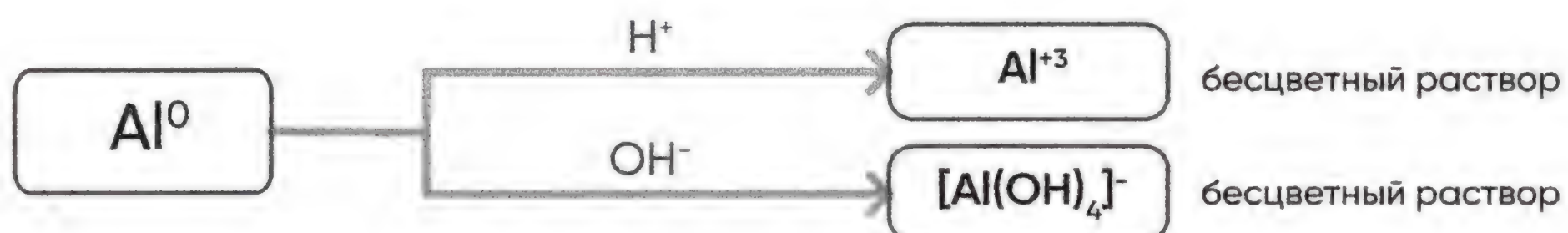
• Cu



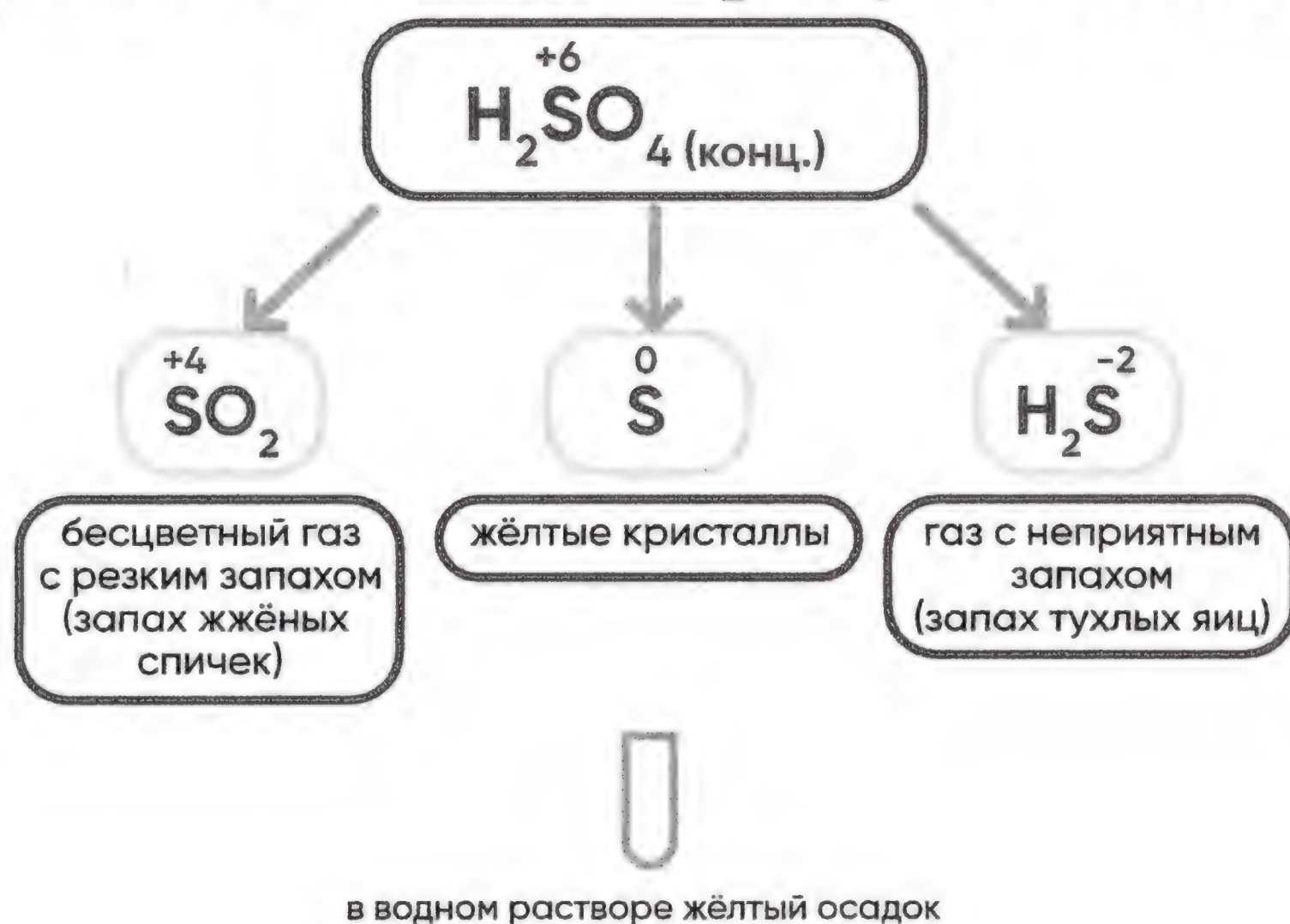
• Zn



• Al



Концентрированная H₂SO₄ – окислитель



С металлами

* Cr, Al, Fe пассивируются в холодной концентрированной H_2SO_4

Нужно нагреть!

H_2SO_4 (конц.) – окислитель			
	Активные Me (до Al)	Me средней активности (до Pb)	Неактивные Me (после H)
Разбавленная H_2SO_4	$Me + H_2SO_{4(p)} \longrightarrow \text{соль} + H_2 \uparrow$		<u>не реагируют</u>
Концентриро- ванная H_2SO_4	$Me + \overset{+6}{H_2}\overset{-2}{SO}_{4(k)} \longrightarrow \text{соль} + H_2S + H_2O$	$Me + \overset{+6}{H_2}\overset{+4}{SO}_{4(k)} \longrightarrow \text{соль} + \overset{+4}{S} + H_2O$	$Me + \overset{+6}{H_2}\overset{+4}{SO}_{4(k)} \longrightarrow \text{соль} + \overset{+4}{SO}_2 + H_2O$

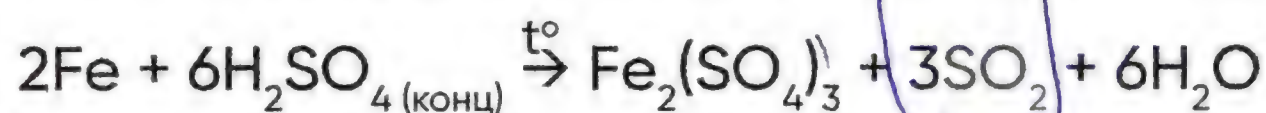
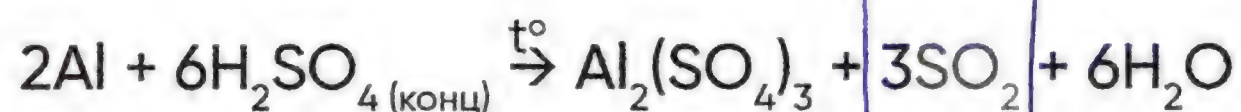
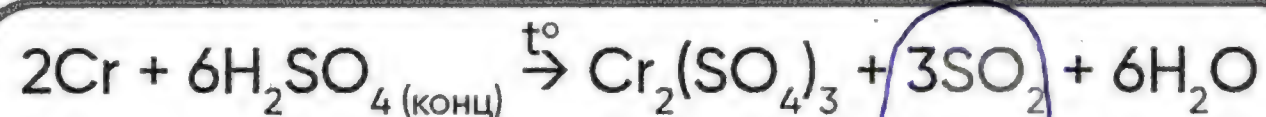
* Cr, Al, Fe пассивируются в холодной концентрированной H_2SO_4

Нужно нагреть!

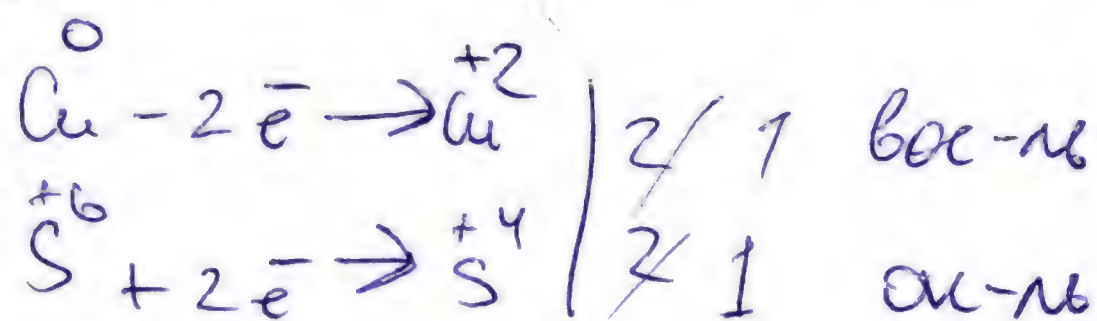
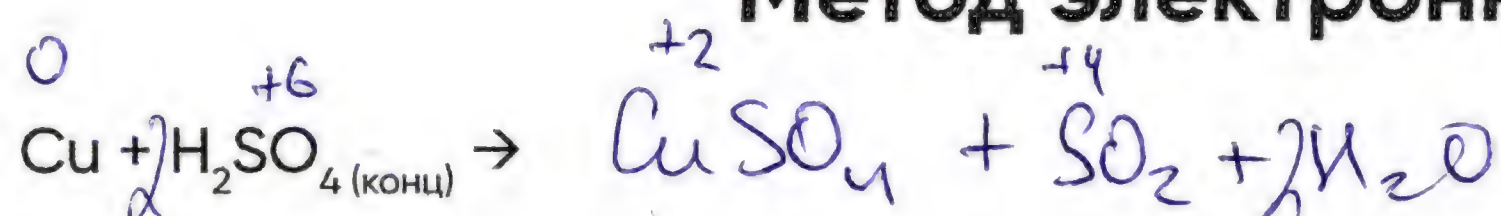
Fe, Al

* Au, Pt не реагируют с H_2SO_4

Только с горячей $H_2SO_{4(конц.)}$!



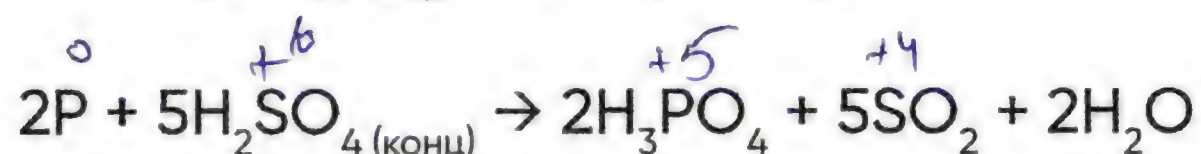
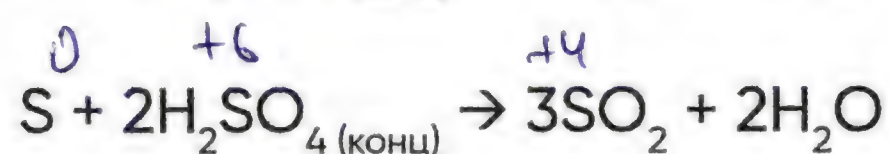
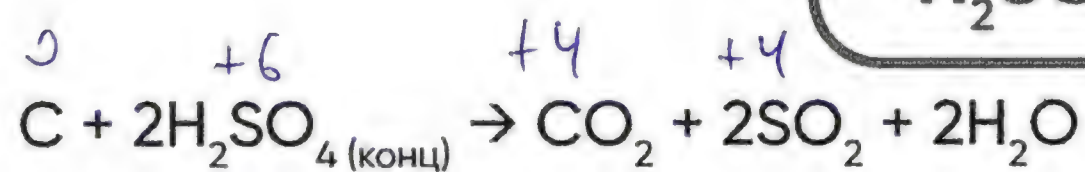
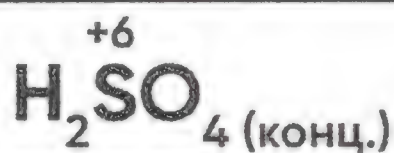
Метод электронного баланса



РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H_2) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au $\rightarrow$

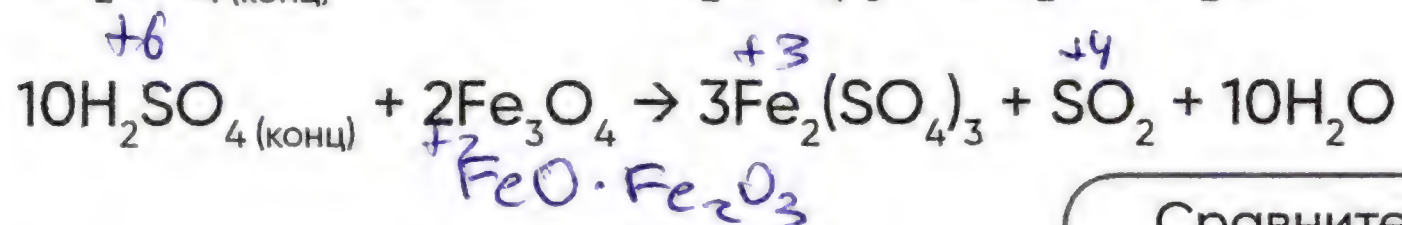
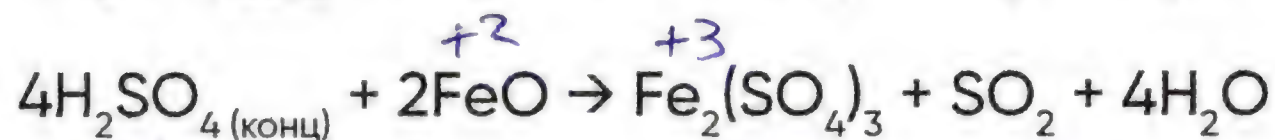
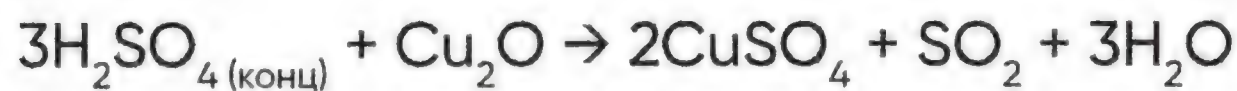
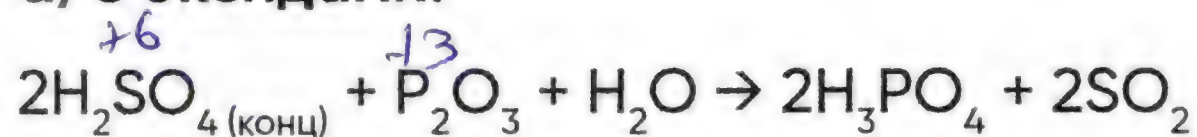
активность металлов уменьшается



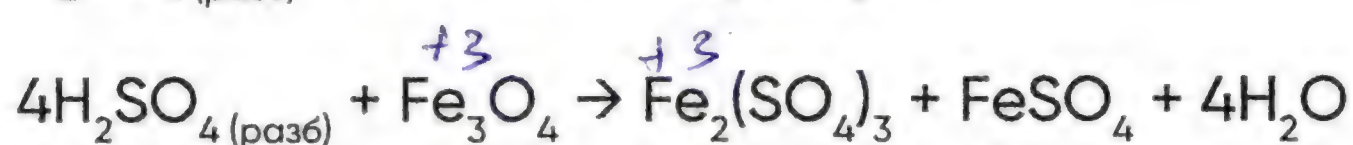
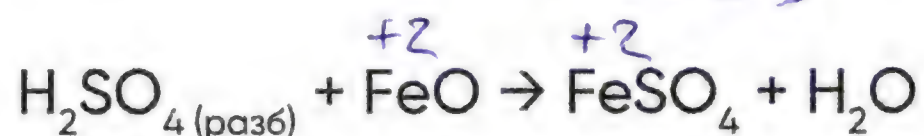
Со сложными веществами



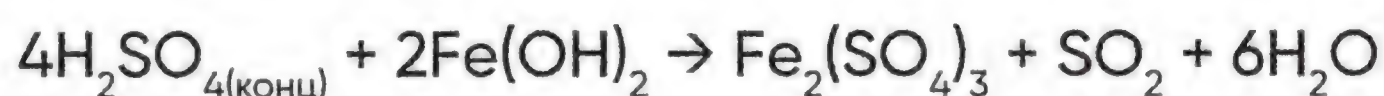
а) с оксидами:



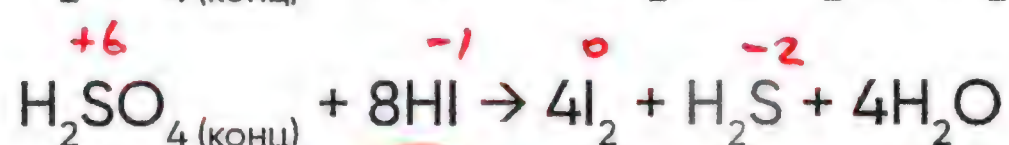
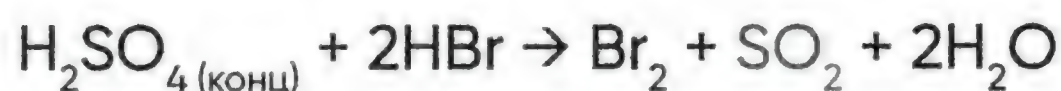
Сравните!



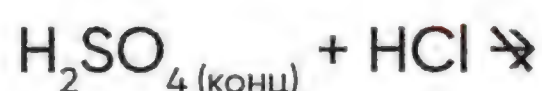
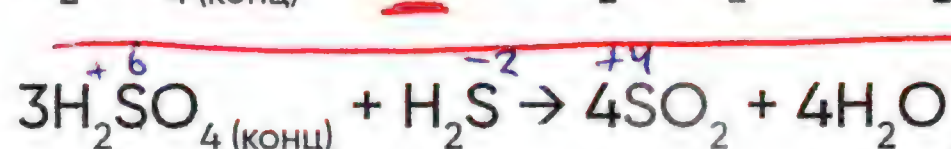
б) с гидроксидами:



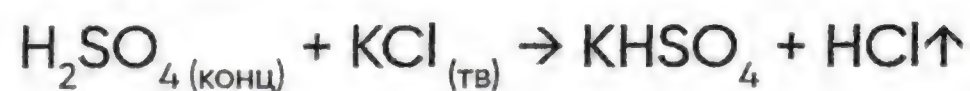
в) с кислотами:



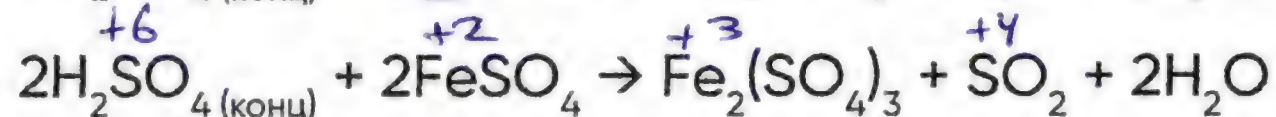
Обратите внимание!



г) с солями:



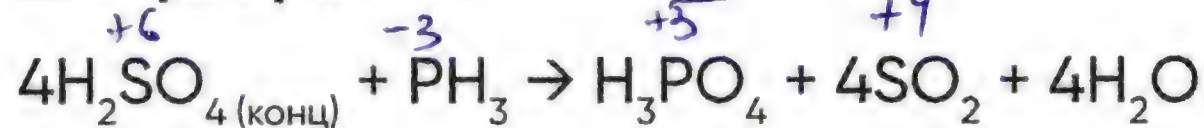
С твёрдыми хлоридами
НЕ ОВР!



возможно образование средних солей

Обратите внимание!

д) с фосфином:



Азотная кислота — окислитель



Увеличение концентрации кислоты

Увеличение активности восстановителя

С металлами

Me + HNO ₃ (азотная кислота)			
	Активные Me (до Al)	Me средней активности (до Pb)	Неактивные Me (после H)
Очень разбавленная HNO ₃	Me + HNO _{3 (p)} → соль + NH ₄ NO ₃ + H ₂ O	Me + HNO _{3 (p)} → соль + NH ₄ NO ₃ + H ₂ O	<u> </u>
Разбавленная HNO ₃	Me + HNO _{3 (p)} → соль + N ₂ + H ₂ O	Me + HNO _{3 (p)} → соль + NO + H ₂ O	Me + HNO _{3 (p)} → соль + NO + H ₂ O
Концентриро- ванная HNO ₃	Me + HNO _{3 (к)} → соль + N ₂ O + H ₂ O	Me + HNO _{3 (к)} → соль + NO ₂ + H ₂ O	Me + HNO _{3 (к)} → соль + NO ₂ + H ₂ O

* Cr, Al, Fe пассивируются в холодной концентрированной HNO₃

Нужно нагреть!

* Au, Pt не реагируют с HNO₃

Их можно растворить в царской водке!

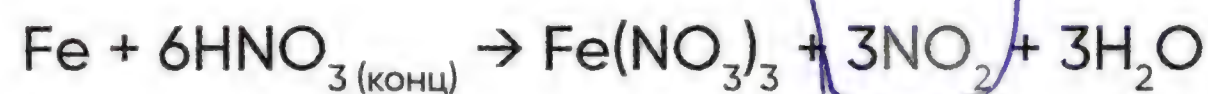
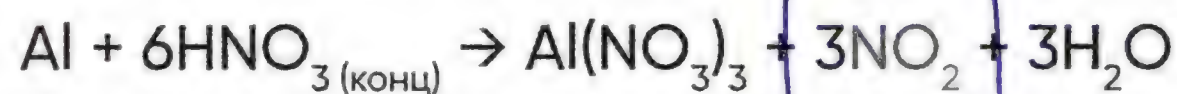
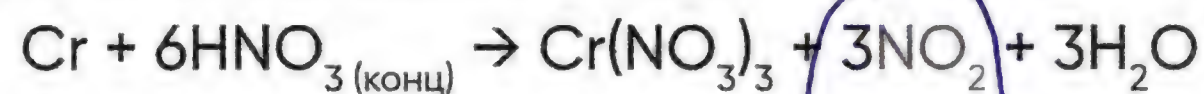
(Царская водка — смесь азотной и соляной кислоты в соотношении 1:3 (HNO₃ : 3HCl))

Растворяет: Au, Pt, Pd, Ru, Rh, Ir

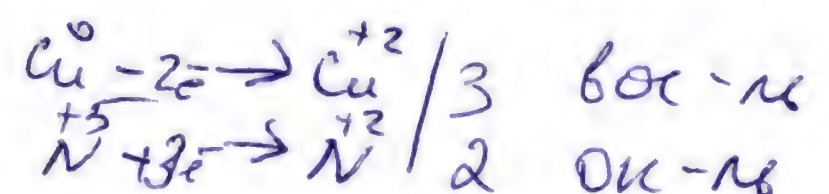
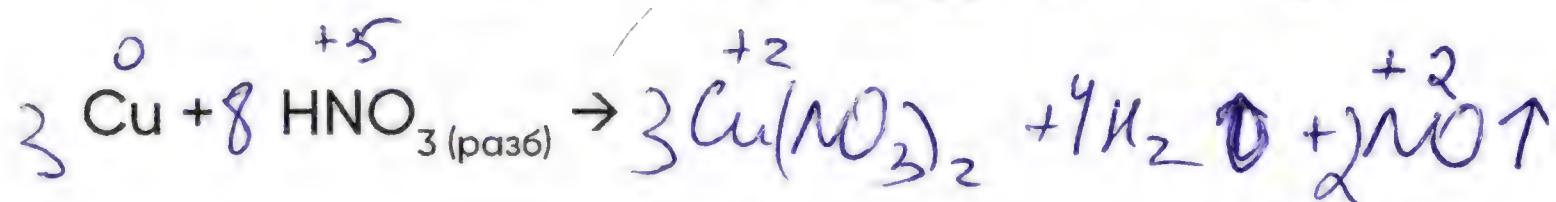
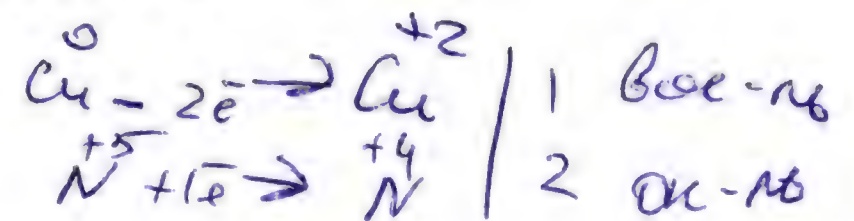
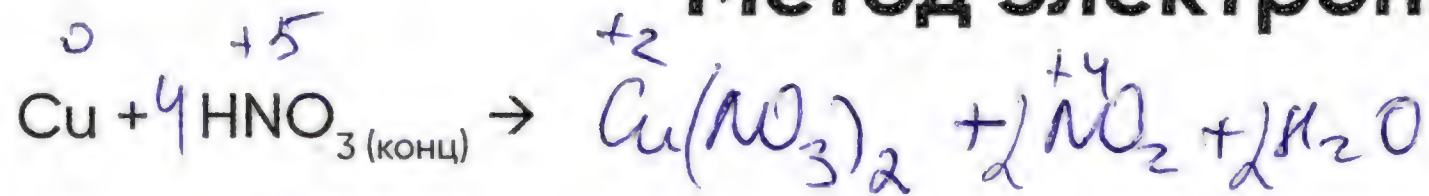
* Cr, Al, Fe пассивируются в холодной концентрированной HNO₃

Нужно нагреть!

Только с горячей HNO_{3 (конц.)}!



Метод электронного баланса

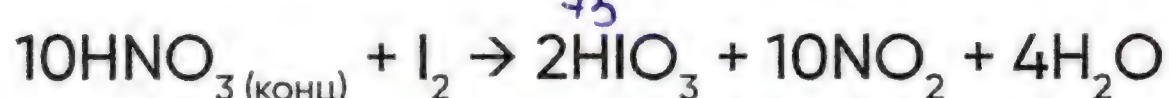
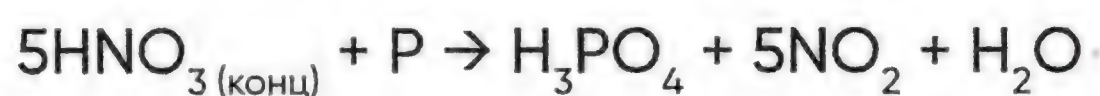
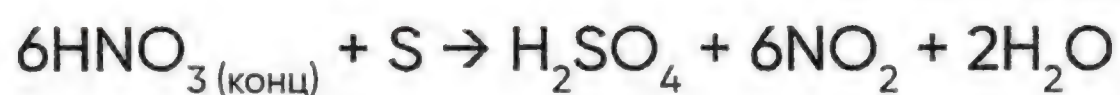


РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au →

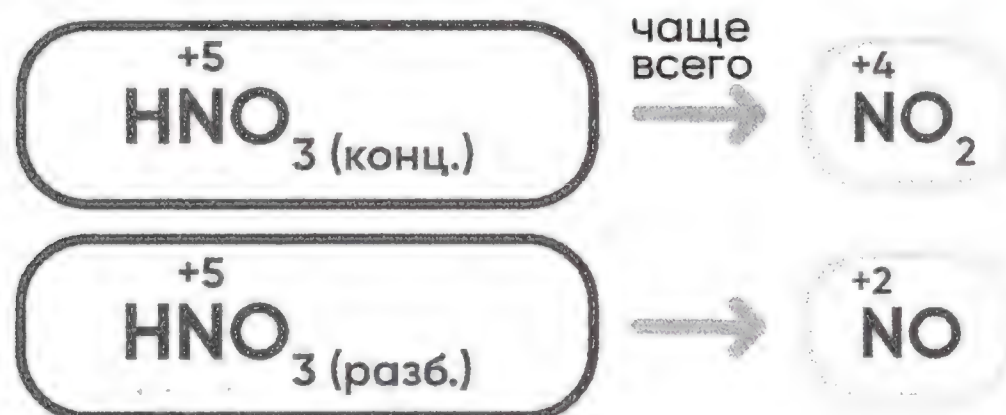
активность металлов уменьшается

С неметаллами

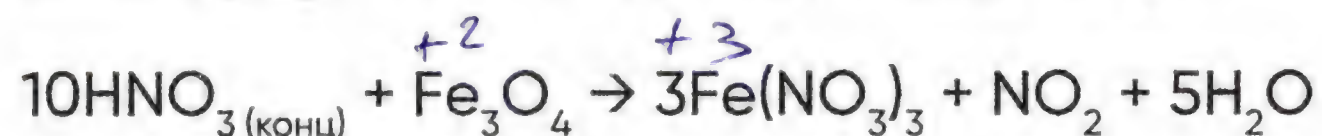
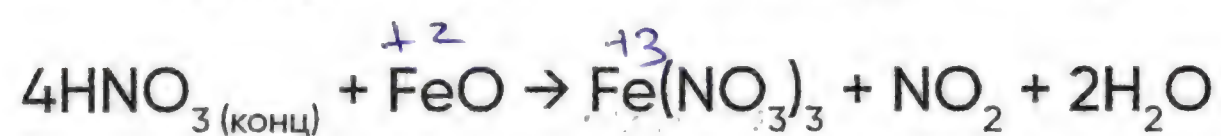
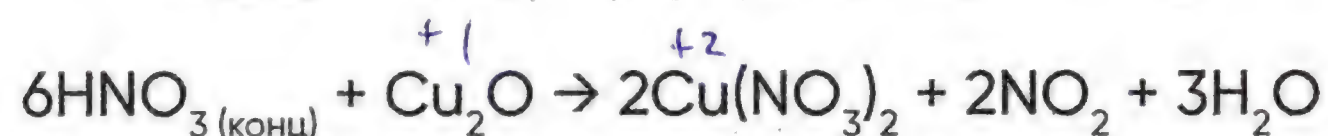
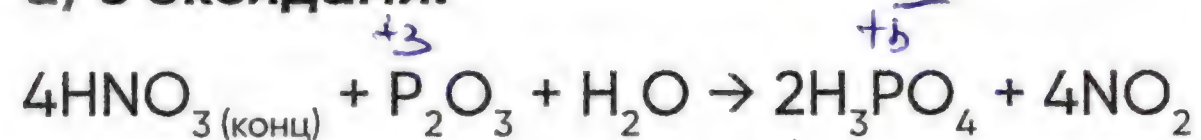


Cl₂, Br₂ ✗

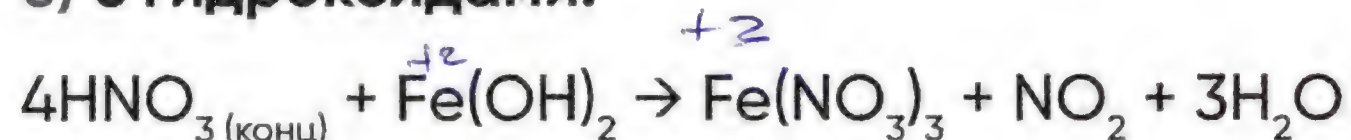
Со сложными веществами



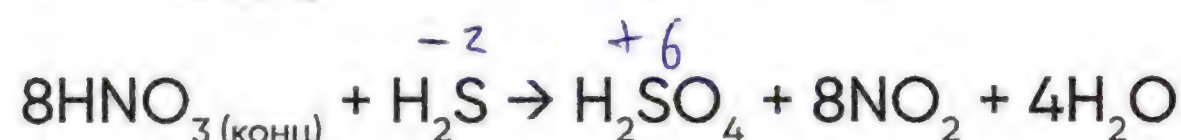
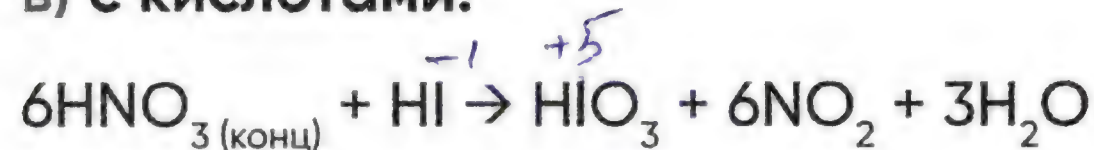
а) с оксидами:



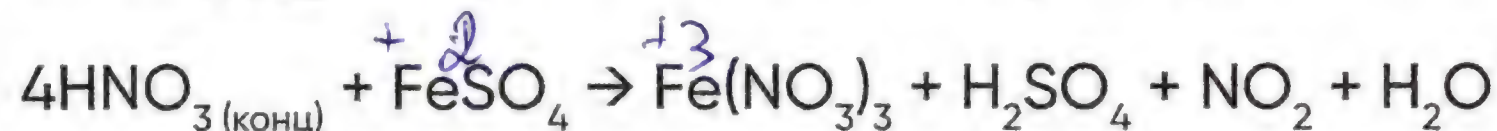
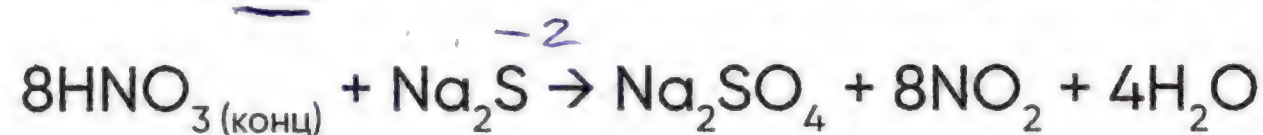
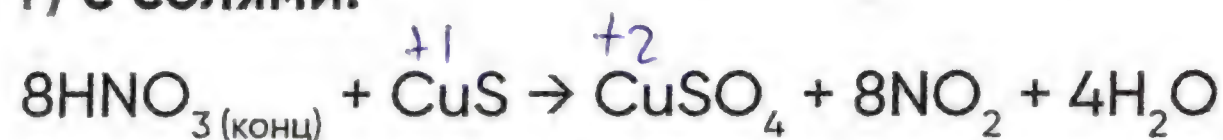
б) с гидроксидами:



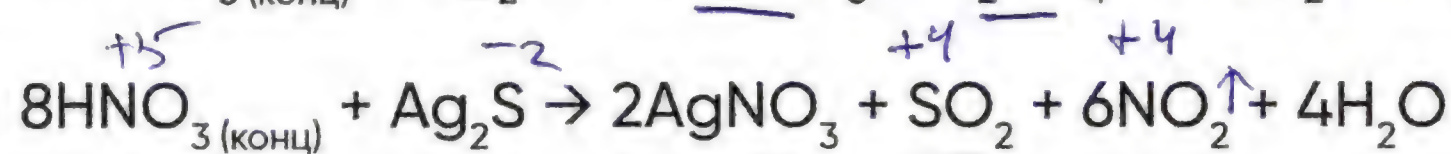
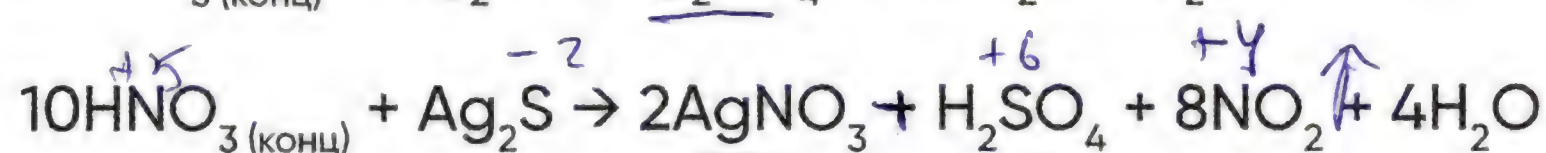
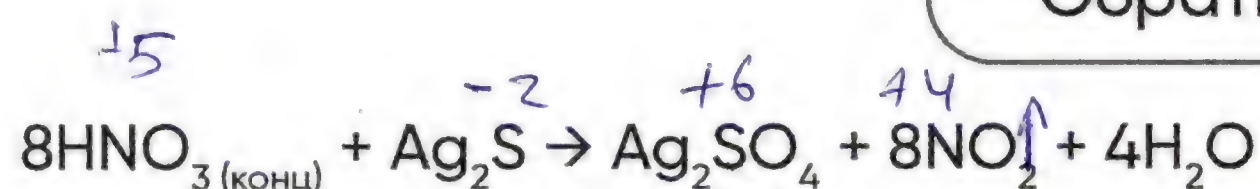
в) с кислотами:



г) с солями:

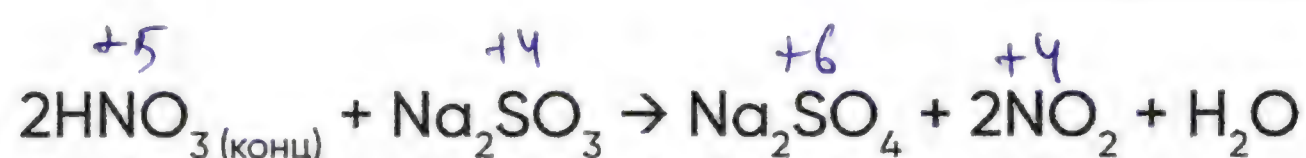


Обратите внимание!

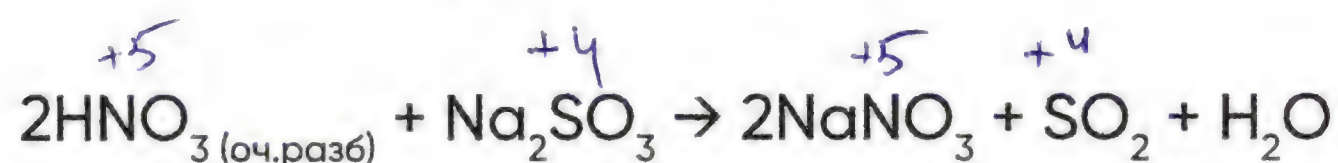


Возможно написание разных продуктов – смотрим контекст и условие задачи

Обратите внимание!

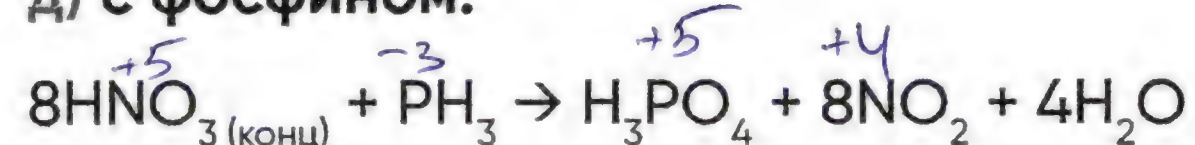


ОВР

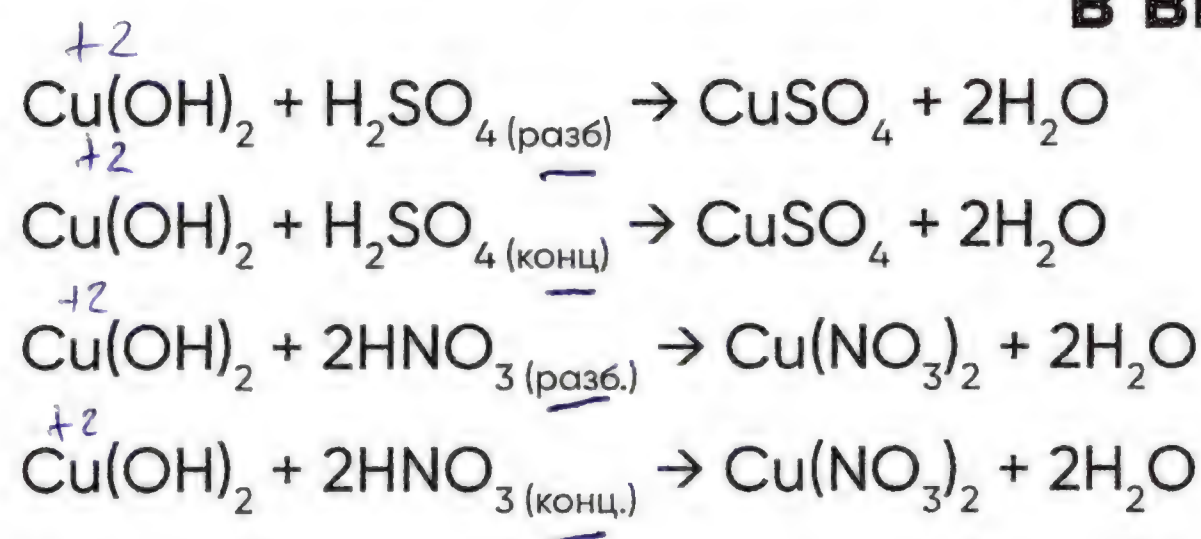


РИО

д) с фосфином:

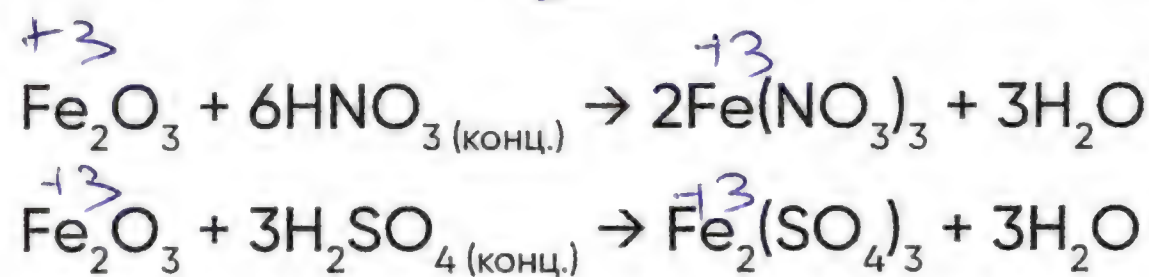


H_2SO_4 (конц.) и HNO_3 (конц.) с оксидами и гидроксидами в высшей СО

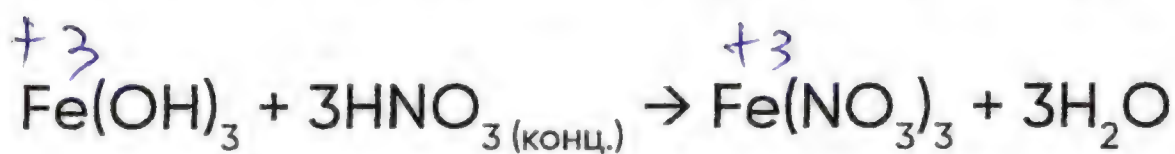


не ОВР

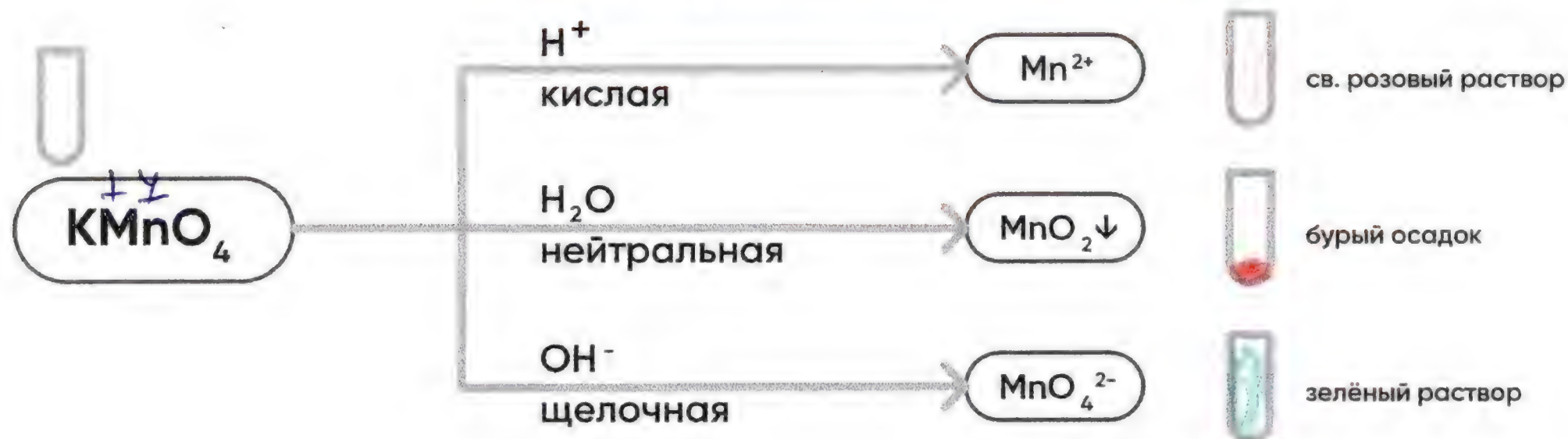
некуда повысить!



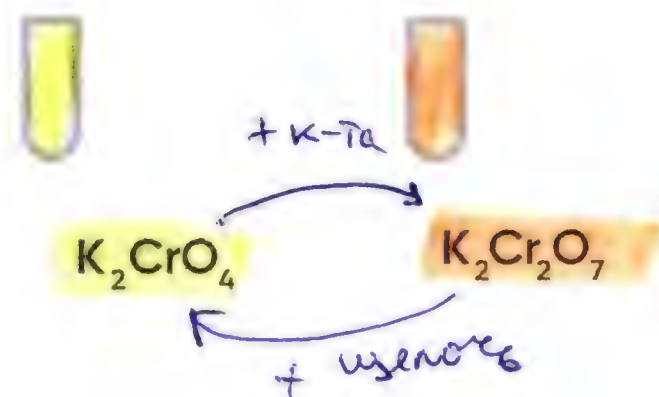
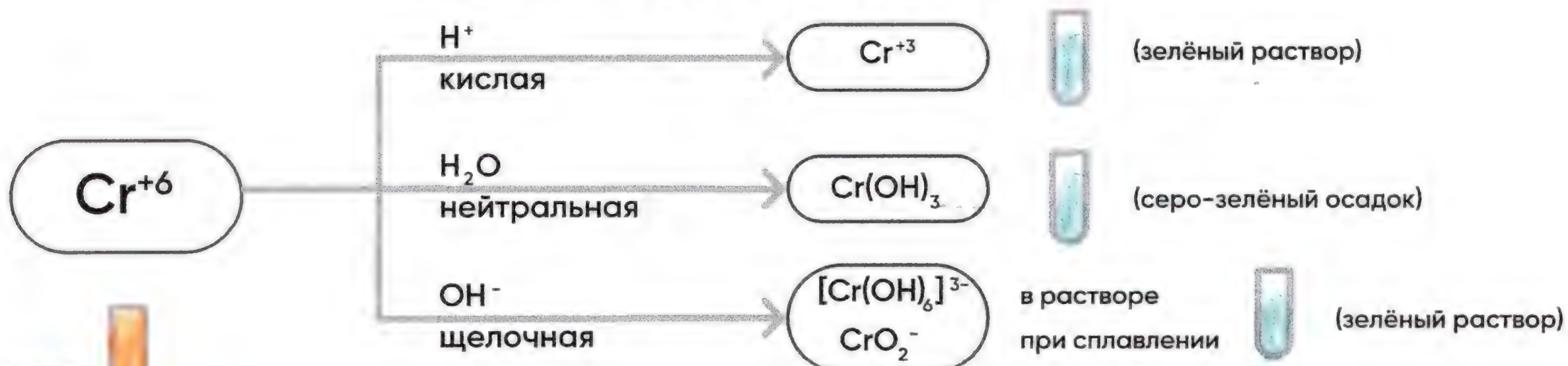
уже ОВР



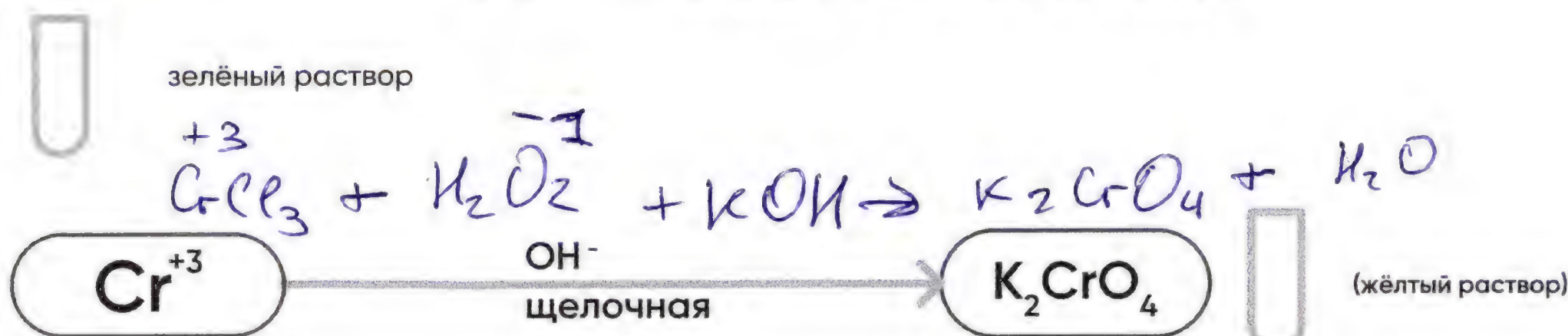
KMnO_4 — окислитель



Cr^{+6} — окислитель



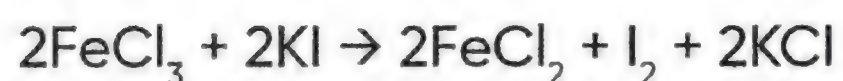
Cr^{+3} — восстановитель



$\text{Cr}(\text{OH})_3$ —
серо-зелёный осадок

Cr_2O_3 —
зелёный осадок

Fe⁺³ – окислитель

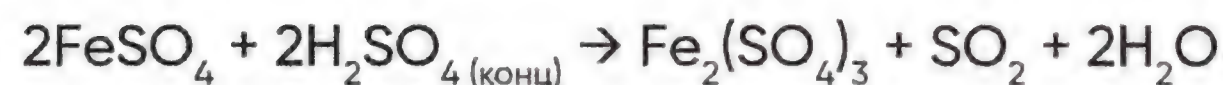


FeCl₃

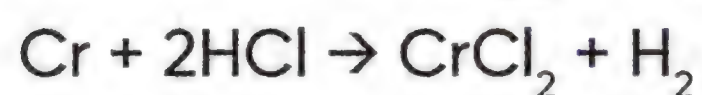
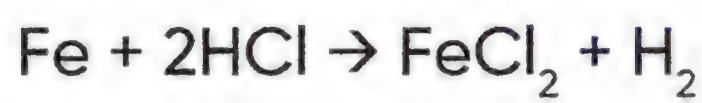
KI

I₂

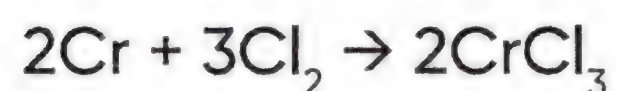
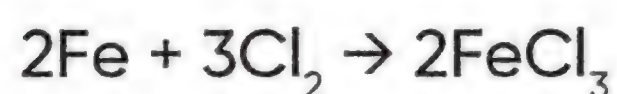
Fe⁺² – восстановитель



Fe⁰, Cr⁰ – восстановители



Обратите внимание!



Медь и её соединения



голубой р-р
Cu⁺²

Cu –
золотисто-розовый

Cu₂O – красный



CuCl – белый

CuI – белый

CuO – черный



Cu⁰ – восстановитель



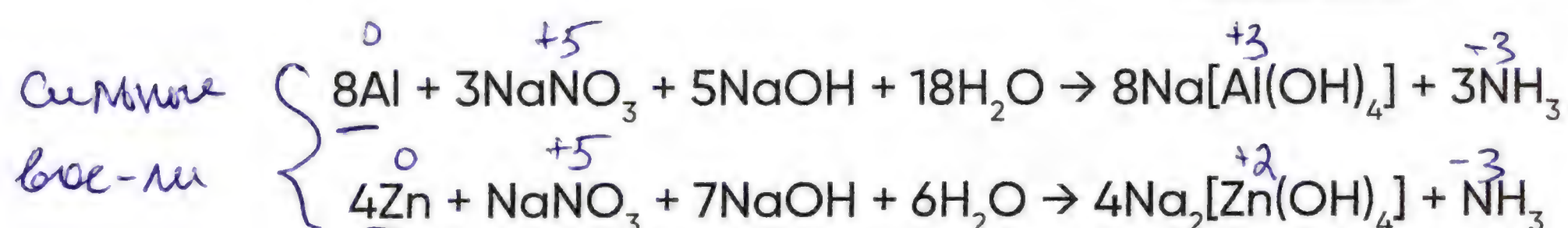
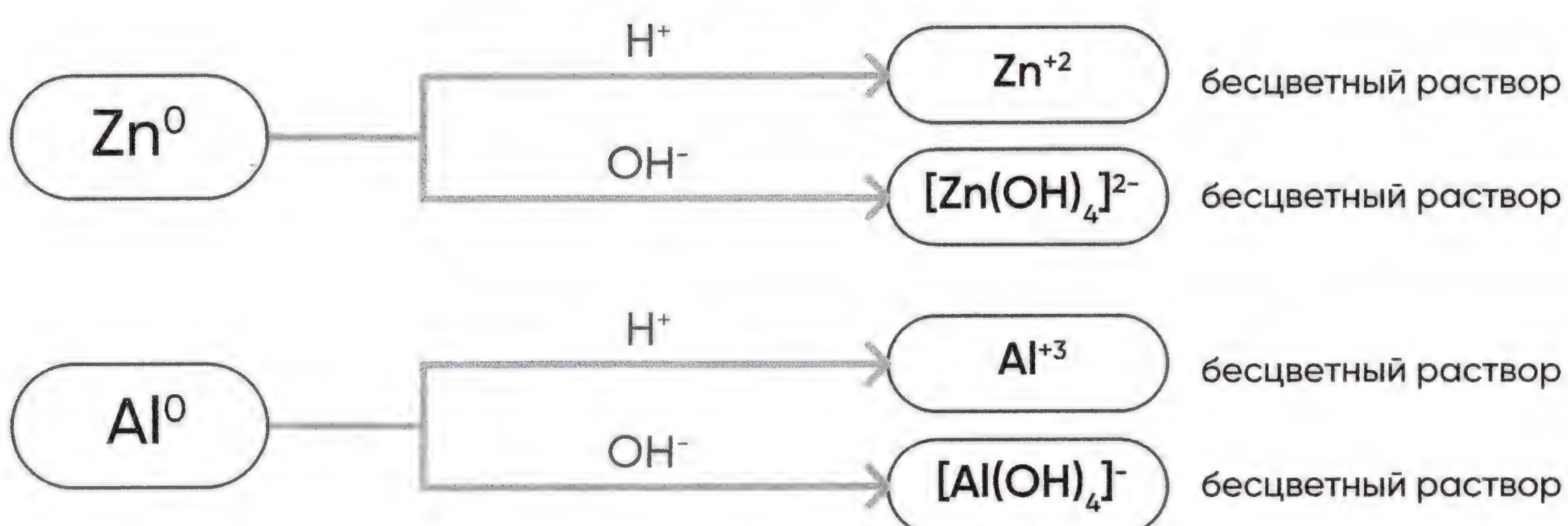
Cu⁺¹ – восстановитель



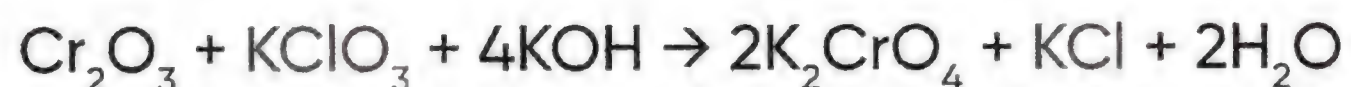
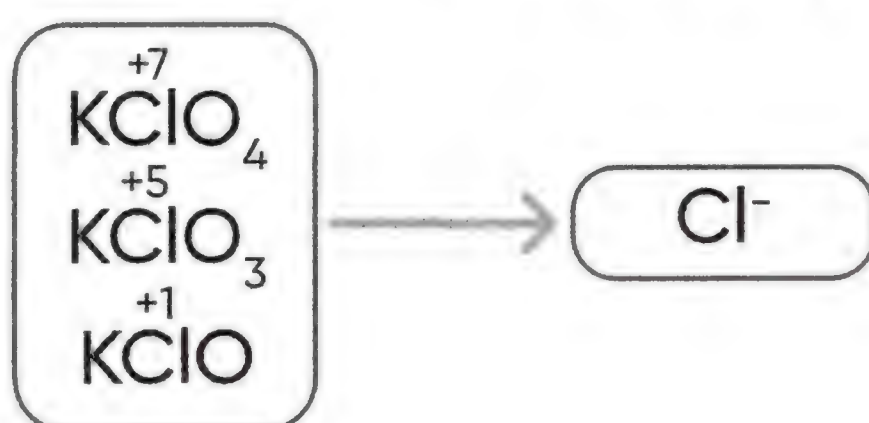
Cu⁺² – окислитель



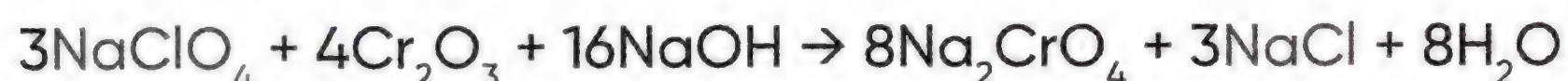
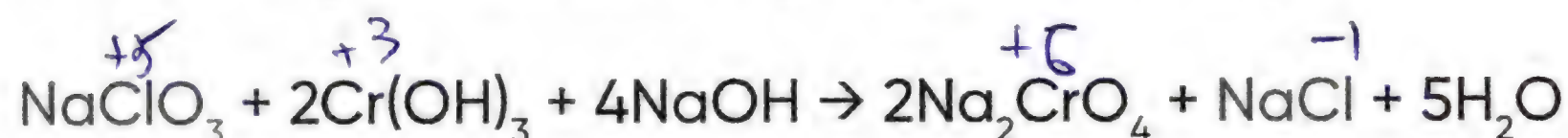
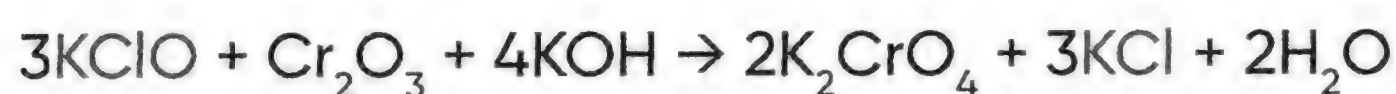
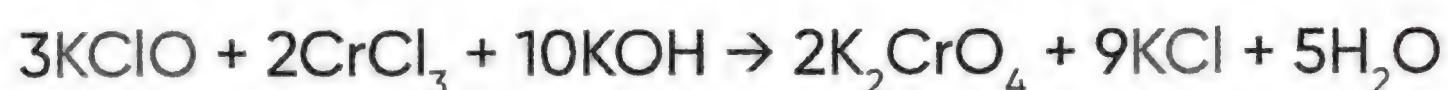
Алюминий и цинк



KClO₄, KClO₃ и KClO – сильные окислители*



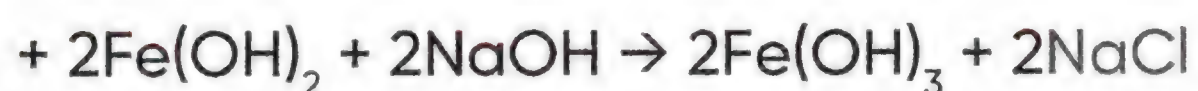
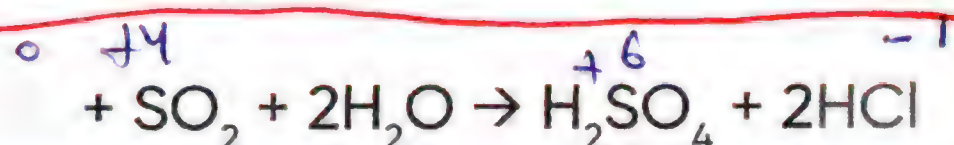
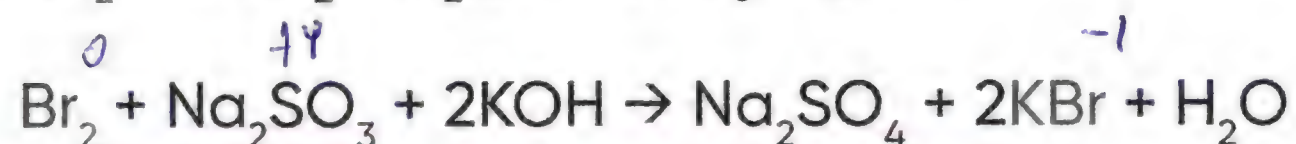
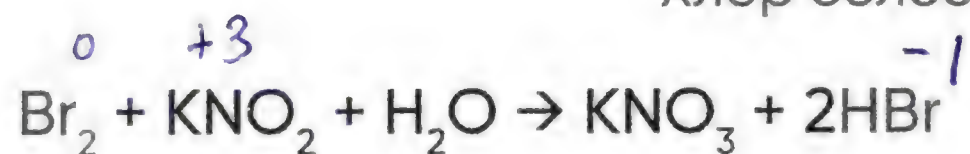
*Na и Br аналогично



Cl₂ и Br₂ как окислители

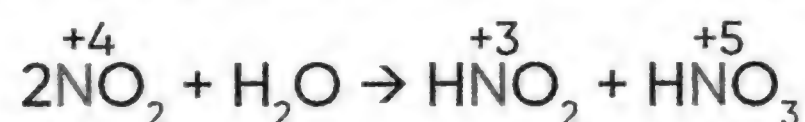


Хлор более сильный окислитель, бром немного слабее

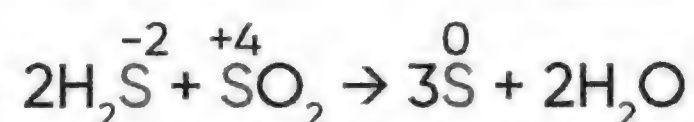


Реакции диспропорционирования и конпропорционирования

Окислителем и восстановителем является один и тот же элемент с одинаковой степенью окисления — это **диспропорционирование**.

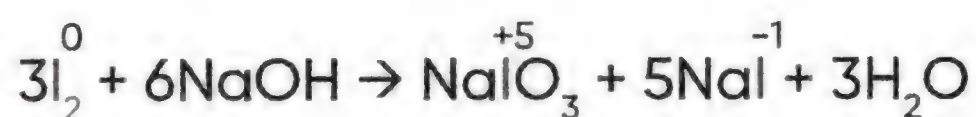
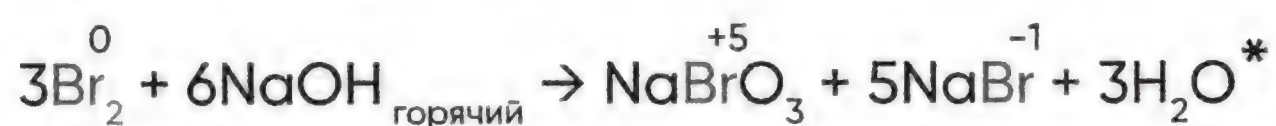
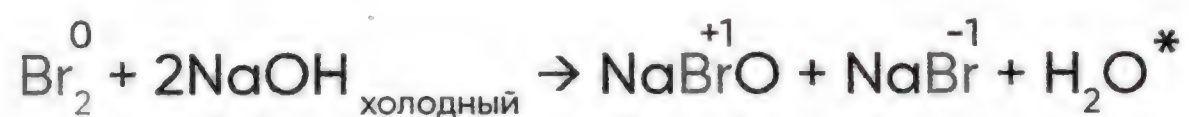


Окислителем и восстановителем является один и тот же элемент в разных степенях окисления — это **конпропорционирование**.



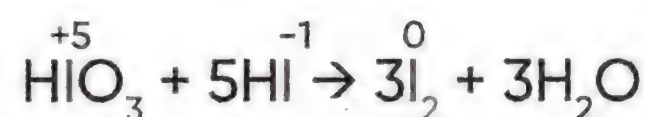
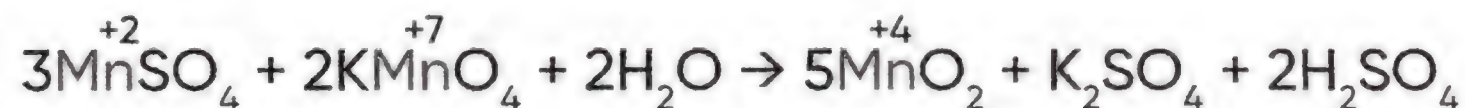
Реакции диспропорционирования и конпропорционирования

1. Диспропорционирование

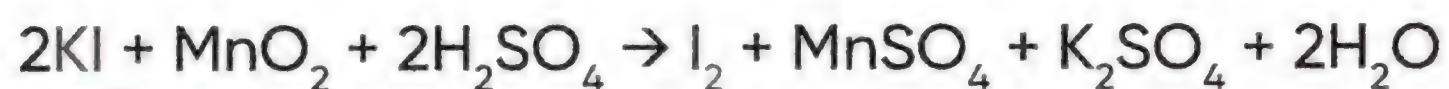
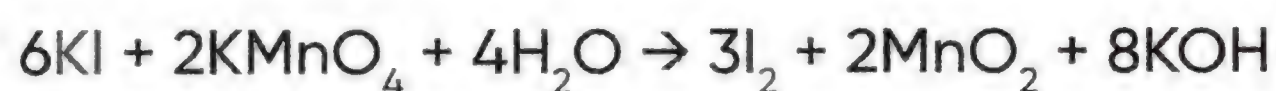
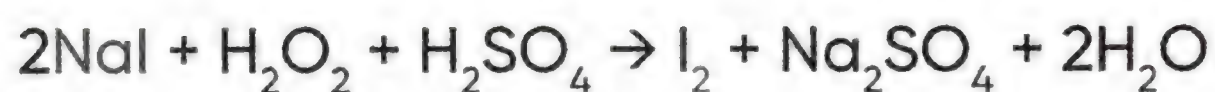


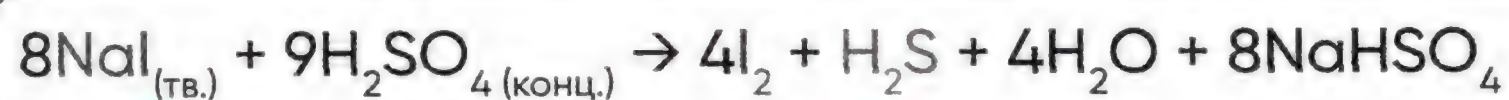
*Cl₂ аналогично

2. Конпропорционирование

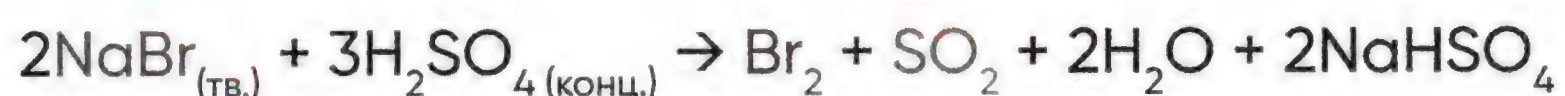


Бромиды и иодиды — восстановители





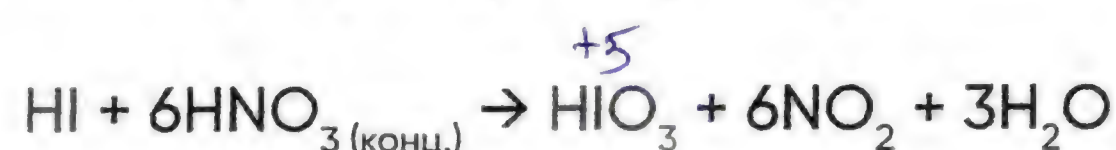
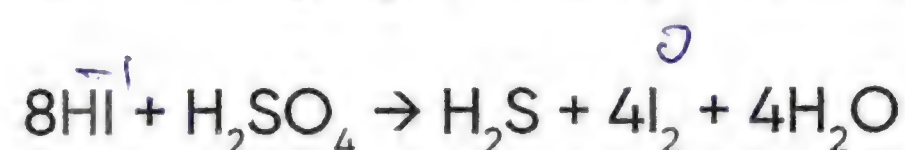
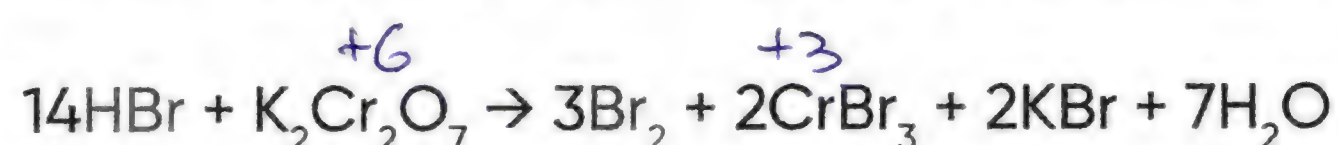
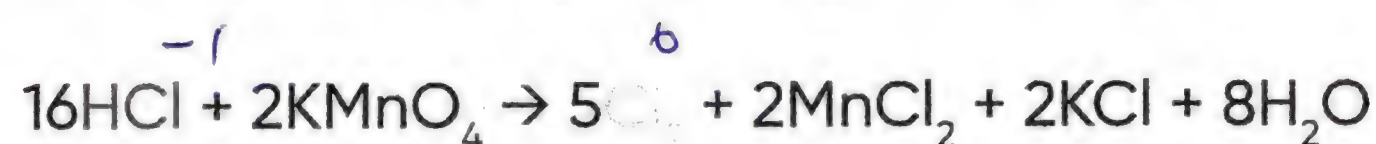
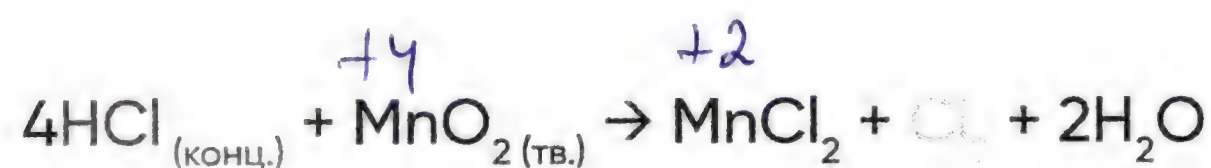
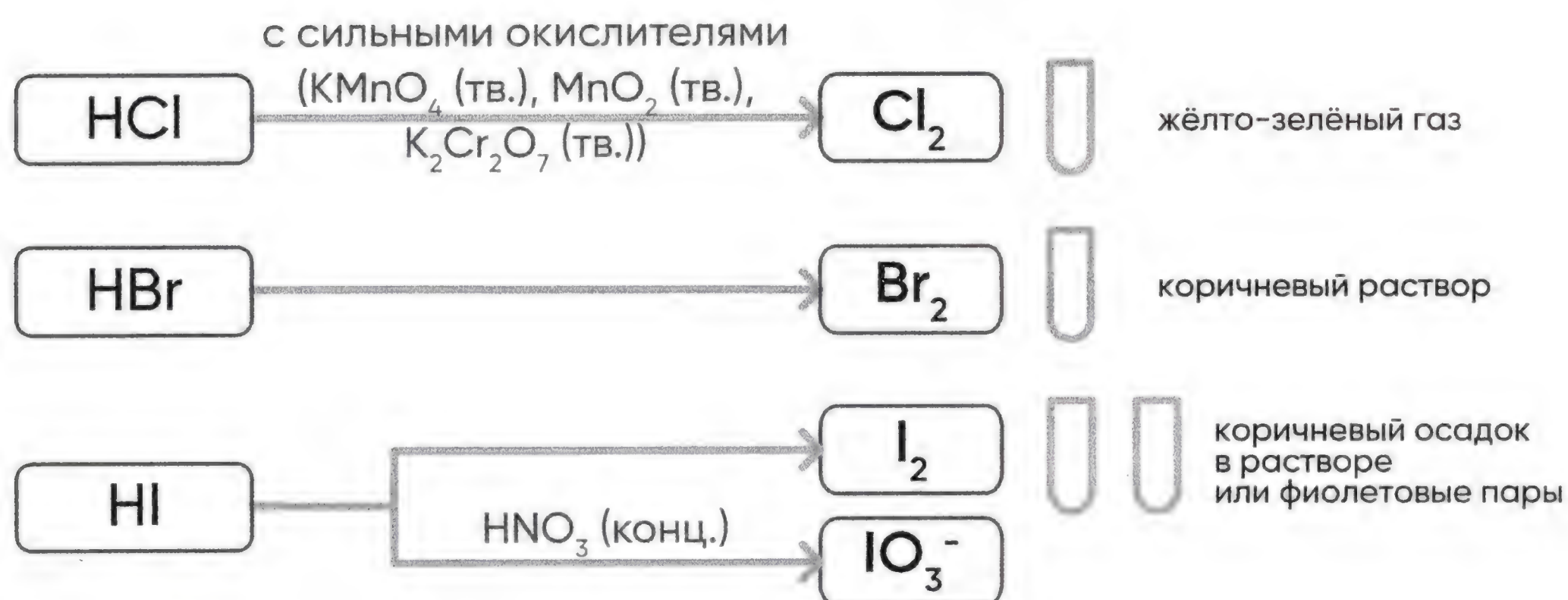
Запомните!



Кислоты: HCl, HBr, HI – восстановители

HCl HBr HI

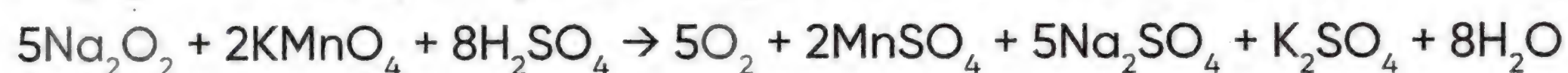
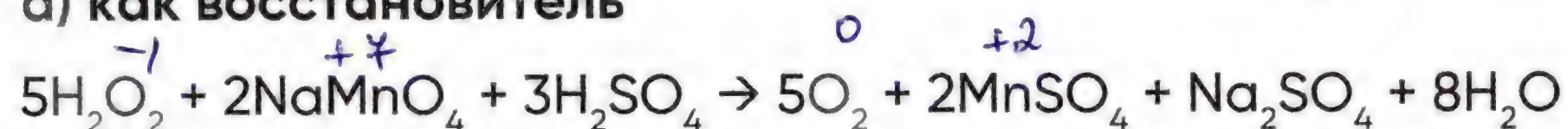
восстановительная
способность растёт



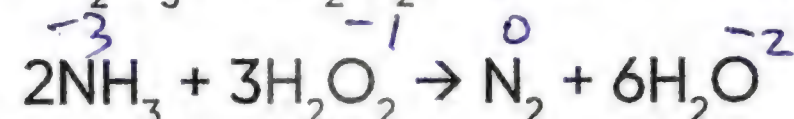
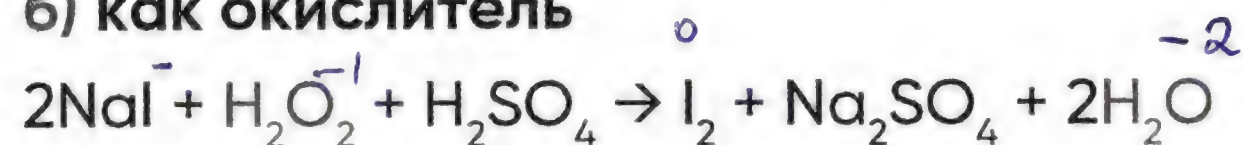
Пероксид водорода – окислитель и восстановитель



а) как восстановитель



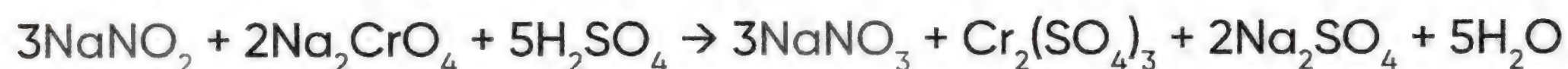
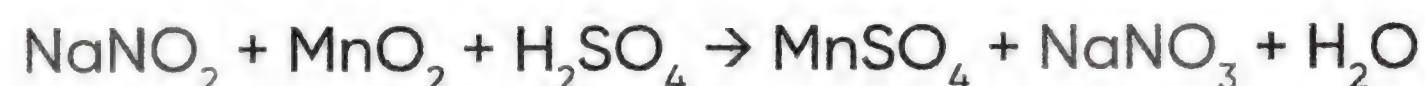
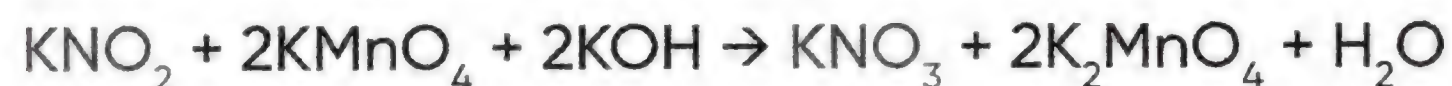
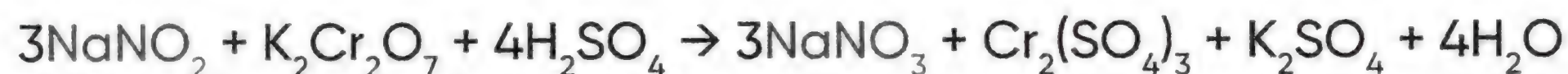
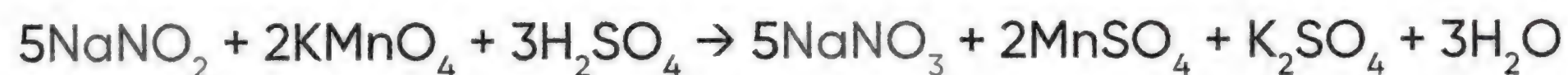
б) как окислитель



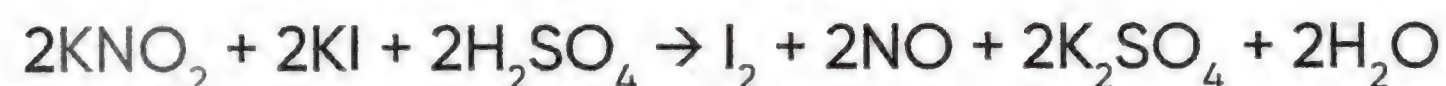
Нитриты – окислители и восстановители



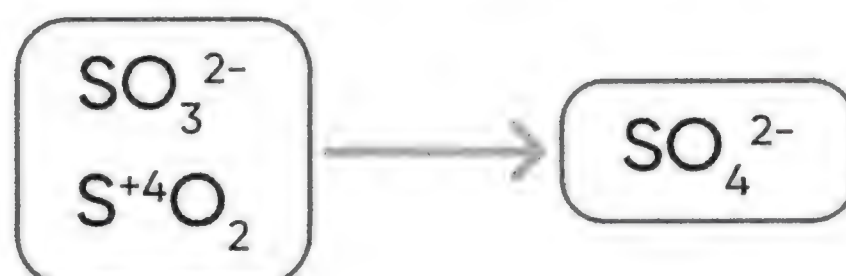
а) как восстановитель



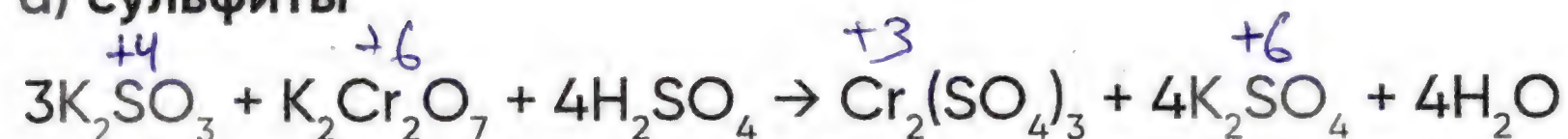
б) как окислитель



Сульфиты и сернистый газ – чаще всего восстановители



а) сульфиты



Задание 29 ЕГЭ по химии

Задача 29 ЕГЭ по химии

1 балл

- верно выбраны вещества
- записано уравнение окислительно-восстановительной реакции
- расставлены коэффициенты

засчитывается
 только если
 1 элемент ответа
 выполнен на 1 балл

1 балл

- составлен электронный баланс
- указаны окислитель и восстановитель

Некоторые подробности оформления

- степень окисления 0 может не указываться экзаменуемым;
- если степень окисления не указана, то считать её равной 0;
- Cl^{-1} , $\text{Cl}^{\cdot}$, 2Cr^{+3} , Cr^{+6} , Cl^0 , Cl_2^0 , но N_2^{3-} , Cr_2^{6+} , N_2^{-3} , Cr_2^{+6} ;
- Можно обозначить окислитель и восстановитель даже одной буквой («В» и «О»)
- Если в ответе к заданию записано несколько уравнений, то проверяется только первое
- реакции диспропорционирования, которые протекают с участием среды (раствора щелочи или кислоты), могут приниматься как верный ответ
- расставлены коэффициенты в уравнении реакции (при этом допустимо использование кратных коэффициентов, в том числе и дробных).
- при составлении электронного баланса **любым способом** показано, что число отданных восстановителем электронов, равно числу электронов, принимаемых окислителем: при этом **может быть использован метод полуреакций (электронно-ионный баланс)**
- В случае если выбраны вещества из списка, между которыми *невозможно* протекание окислительно-восстановительной реакции, то за молекулярное уравнение ставится 0 баллов и электронный баланс *не оценивается* – 0 баллов.

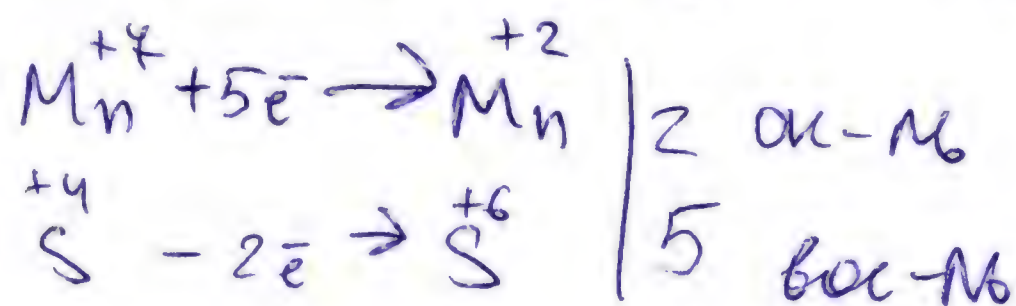
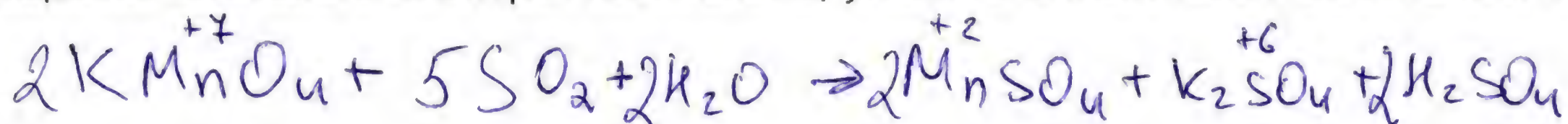
Задание 1 (29 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

- | | | |
|----------------------|------------------|------------------|
| KMnO_4 | NaNO_2 | HCl |
| 1. перманганат калия | 2. нитрит натрия | 3. хлороводород |
| AlBr_3 | CO | SO_2 |
| 4. бромид алюминия | 5. угарный газ | 6. сернистый газ |

Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми образуются три вещества с одинаковыми кислотными остатками. Образование простого вещества в ходе реакции не наблюдалось. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



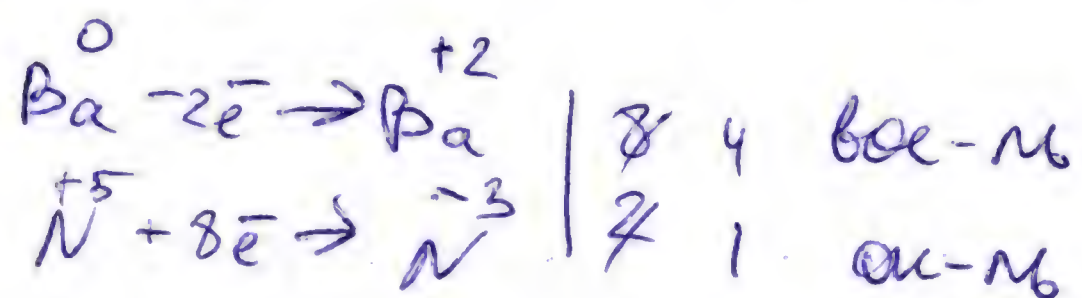
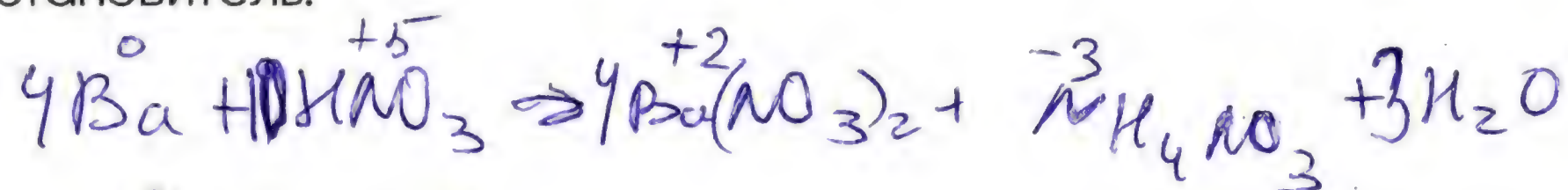
Задание 2 (29 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

- ^{Ba}
^{K₂SO₄} 1. барий ^{Fe₃O₄} 2. железная окалина ^{Cu⁰} 3. медь
 4. серная кислота ^{ср/ок} 5. азотная кислота ^{ср/ок} 6. оксид железа(II) ^{FeO}

Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, при этом образуется две соли, а выделения газа не наблюдается. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



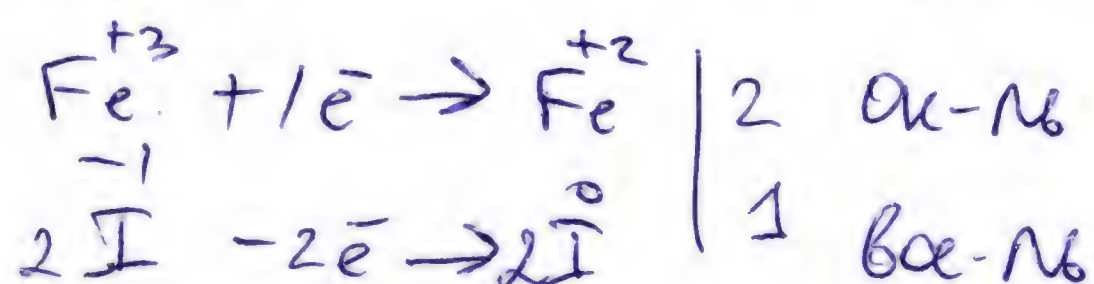
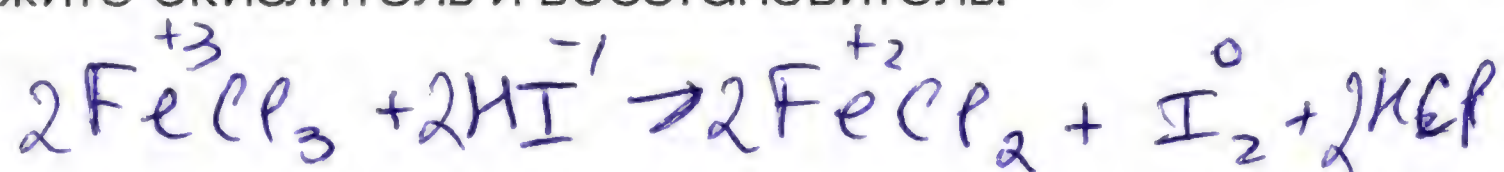
Задание 3 (29 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

- ^{ок} ^{KMnO₄} 1. перманганат калия ^{K₂SO₄ ср/в} 2. серная кислота ^{FeCl₃⁺³ ок} 3. хлорид железа (III)
 4. сульфит натрия ^{ср/в} 5. йодоводород ^{HI в} 6. железо ^{Fe в}

Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с выделением осадка в кислой среде, причем окислитель принимает только один электрон. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



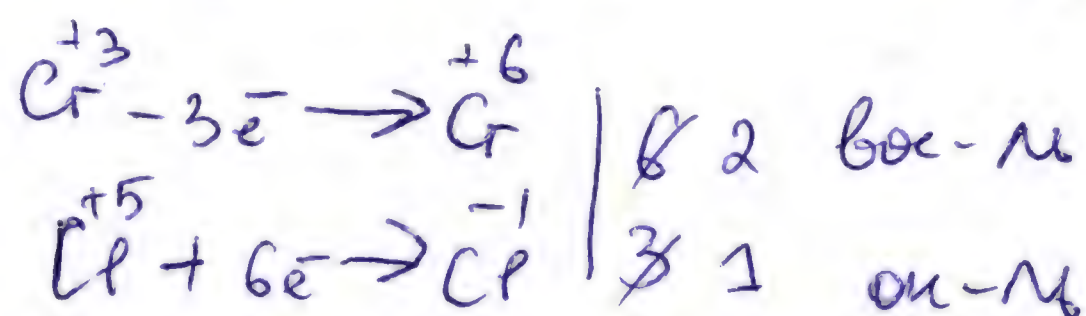
Задание 4 (29 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

- ^{Cr⁺³(OH)₃ в} 1. гидроксид хрома (III) ^C 2. углерод ^{K₂SO₄} 3. серная кислота
 4. гидроксид калия ^{KOH} 5. хлорат калия ^{KClO₃ ок} 6. гидрофосфат натрия ^{NaH₂PO₄}

Допустимо использование воды в качестве среды для протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите вещества, в результате окислительно-восстановительной реакции между которыми образуется окрашенный раствор и растворяется осадок. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



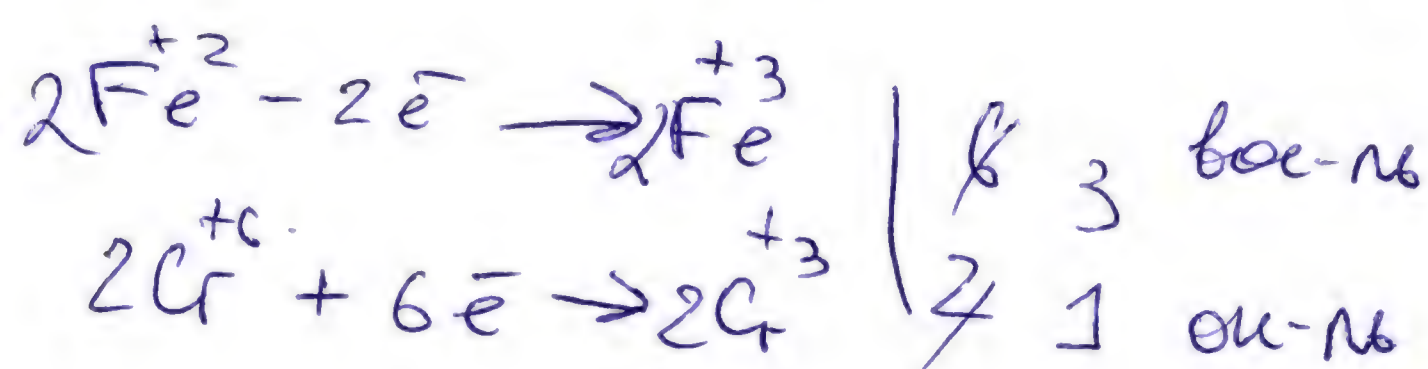
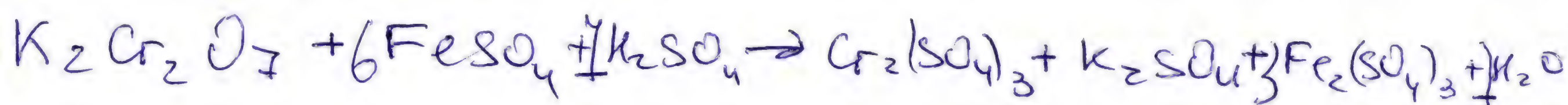
Задание 5 (29 КИМ) D

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

- $K_2Cr_2O_7$ $FeSO_4$ K_2SO_4 CP/O
 1. дихромат калия 2. сульфат железа (II) 3. серная кислота
~~4. сульфид калия~~ 5. хлорид железа (III) 6. йодид калия
 K_2S B $FeCl_3$ O KI B

Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми окислительно-восстановительная реакция протекает с изменением цвета раствора. Выделение осадка или газа в ходе этой реакции не наблюдается. В ответе запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



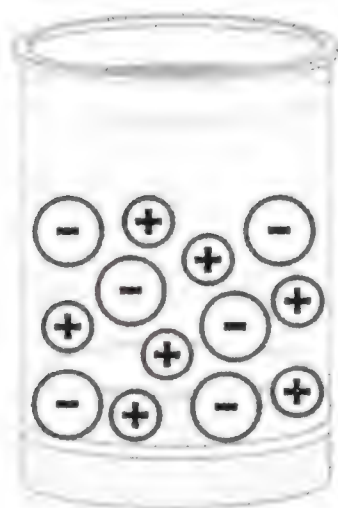
РНО. Электролитическая диссоциация. Гидролиз солей и среда водных растворов (рН). Электролиз солей, щелочей и кислот.

Электролиты

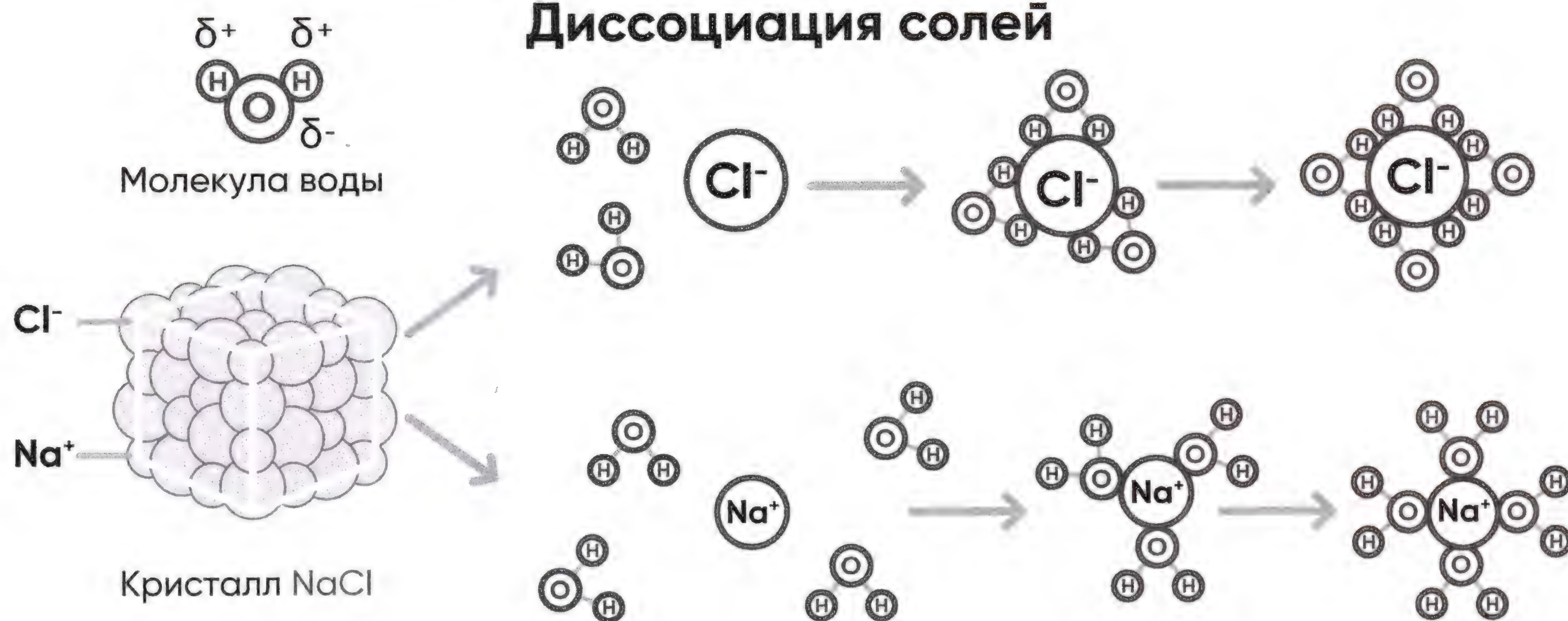
- диссоциируют на ионы
- проводят электрический ток

Неэлектролиты

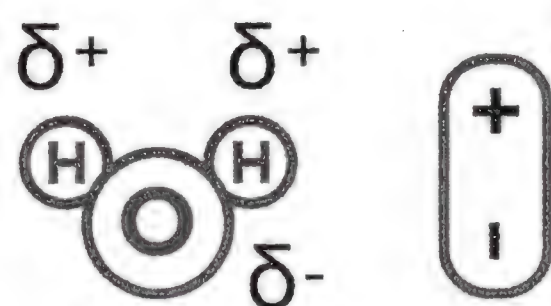
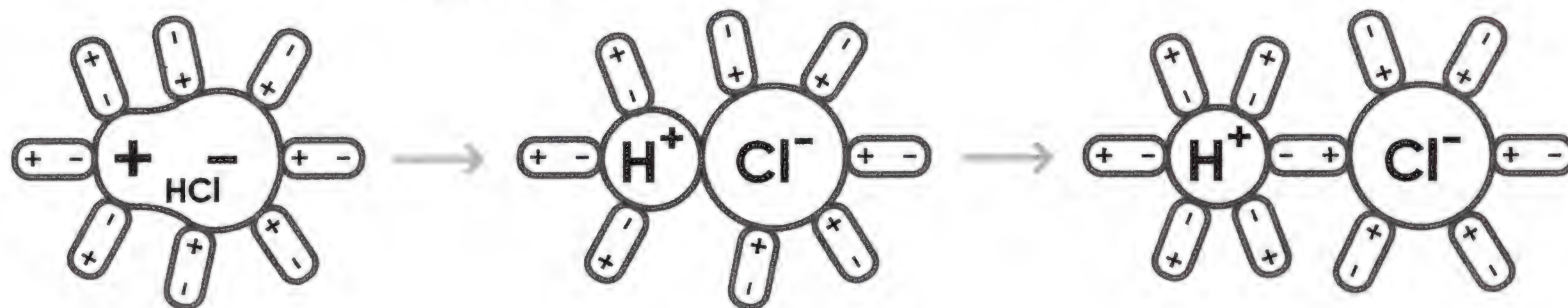
- НЕ диссоциируют на ионы
- НЕ проводят электрический ток
- большинство органических веществ (кроме солей, кислот, фенолов)



Диссоциация солей



Диссоциация молекул

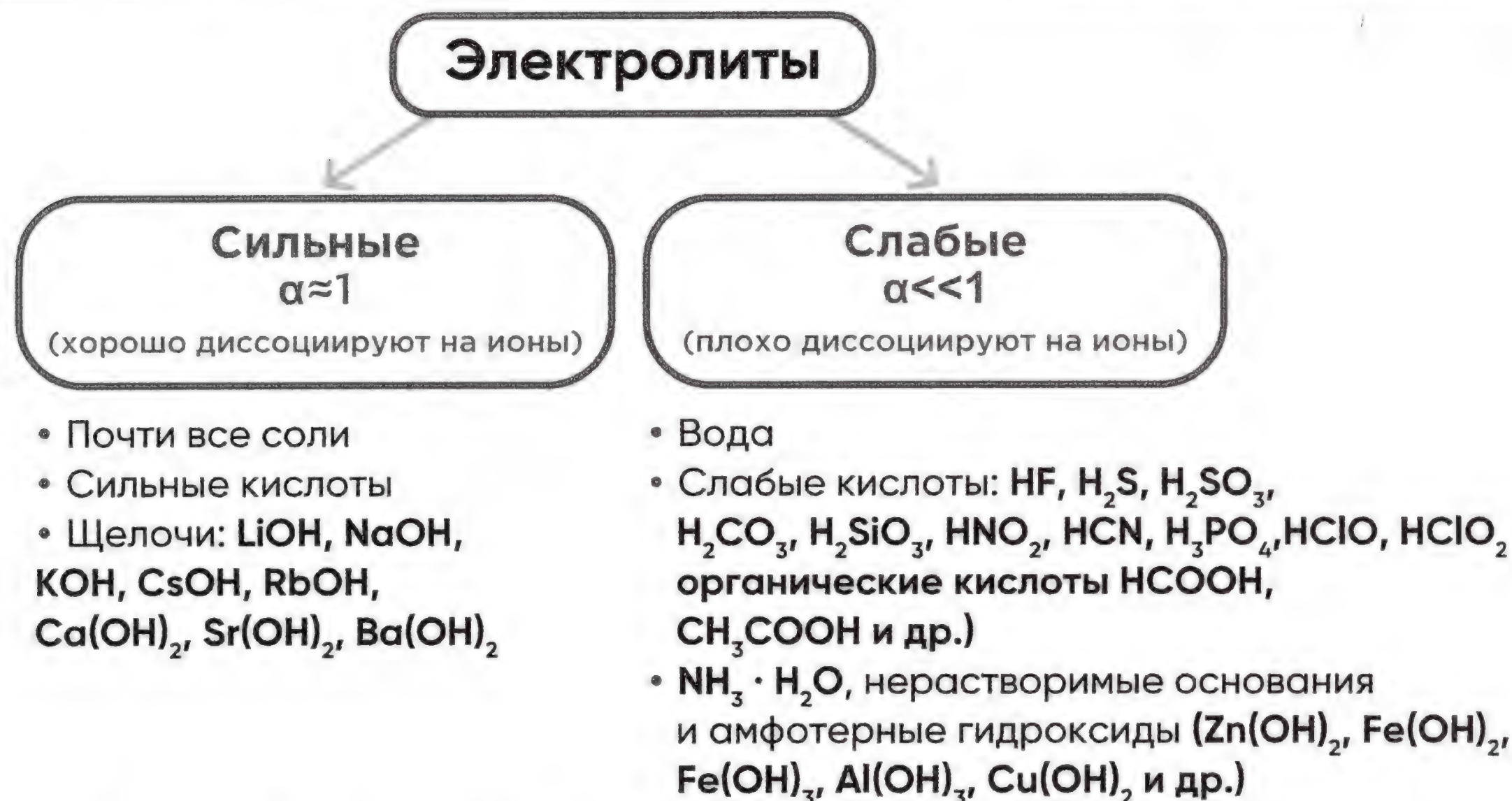


Молекула воды

Степень диссоциации

$$\alpha = \frac{N_{\text{продиссоц.}}}{N_{\text{общ.}}} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$





Электролиты и неэлектролиты



Задание 30

Демо-версия ЕГЭ 2022

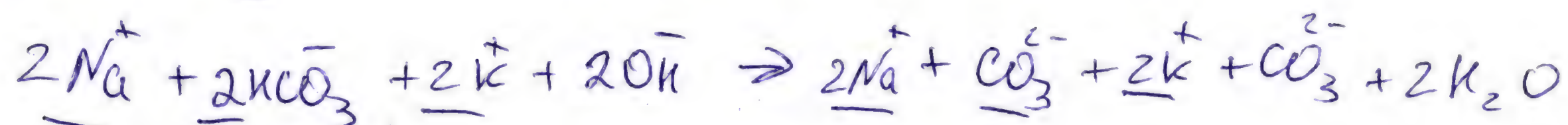
Для выполнения задания 30 используйте следующий перечень веществ:

1. ~~перманганат калия~~ ^{KMnO_4} 2. ~~гидрокарбонат натрия~~ ^{NaHCO_3} 3. ~~сульфит натрия~~ ^{Na_2SO_3}

4. ~~сульфат бария~~ ^{BaSO_4} 5. ~~гидроксид калия~~ ^{KOH} 6. ~~пероксид водорода~~ ^{H_2O_2}

Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня веществ выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.



Оценивание 30 задания ЕГЭ по химии



Алгоритм решения 30 задания ЕГЭ

Из предложенных веществ выбираем два подходящих под описанные в задании условия (смотрим на классы всех веществ и их растворимость по таблице!)

Пишем молекулярное уравнение, учитывая химические свойства классов веществ — кислот, гидроксидов, солей (уравниваем!)

Пишем полное ионное уравнение

Пишем сокращённое ионное уравнение

Условия протекания реакций ионного обмена (РИО)

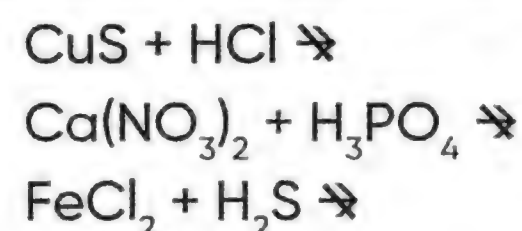
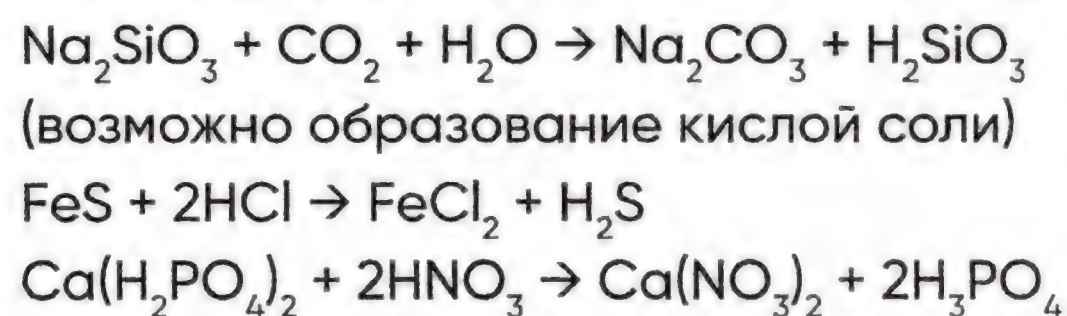


ок
с + с } оба р

Важно!

кислота + соль – идет не всегда!

Соли, растворимые в кислотах	Соли, нерастворимые в кислотах
FeS	AgCl
MgS	AgBr
ZnS	AgI
BaCO ₃	CuS
CaCO ₃	PbS
MgCO ₃	HgS
Ca ₃ (PO ₄) ₂	BaSO ₄
Ag ₃ PO ₄	Ag ₂ S
...	<i>SrSO₄</i>



Ионные уравнения

С, К, Г

В ионных уравнениях записывают в виде ионов формулы:

- растворимых солей;
- сильных кислот (HCl, HBr, HI, HNO₃, HClO₃, HClO₄, H₂SO₄ и др.);
- сильных оснований (щелочи LiOH, NaOH, KOH, CsOH, RbOH, Ca(OH)₂, Sr(OH)₂, Ba(OH)₂).
рассчитывает

В ионных уравнениях записываются в виде молекул формулы:

- воды;
- слабых кислот (HF, H₂S, H₂SO₃, H₂CO₃, H₂SiO₃, HNO₂, HCN, H₃PO₄, HClO, HClO₂, органические кислоты HCOOH, CH₃COOH и др.);
- NH₃ · H₂O, нерастворимых оснований и амфотерных гидроксидов (Zn(OH)₂, Fe(OH)₂, Fe(OH)₃, Al(OH)₃, Cu(OH)₂ и др.);
- газообразных веществ (CO₂, H₂S, NH₃, SO₂);
- нерастворимых солей.

оксиды в качестве реагентов в РИО не используем

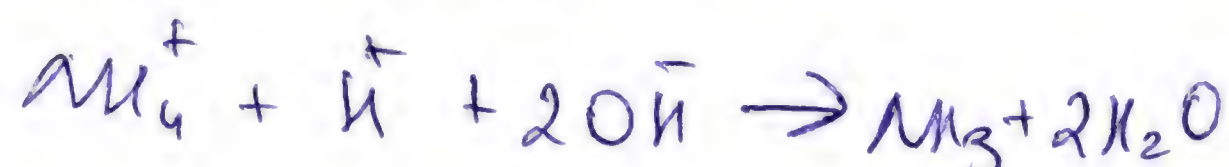
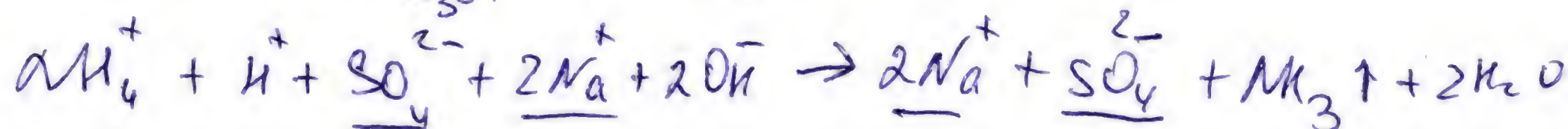
Задание 1 (30 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

1. гидроксид натрия *NaOH*
2. хлороводород *HCl*
3. гидроксид хрома (III) *Cr(OH)₃*
4. ~~перекись водорода~~
5. ацетат калия *CH₃COOK*
6. гидросульфат аммония *NH₄HSO₄*

Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, при протекании реакции ионного обмена между которыми происходит выделение газа. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

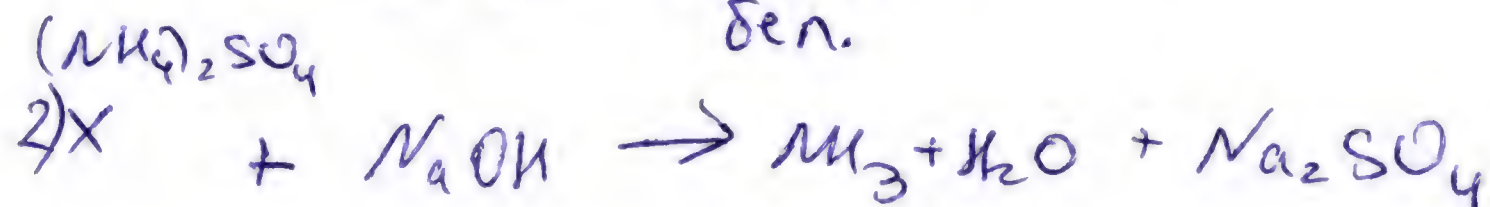
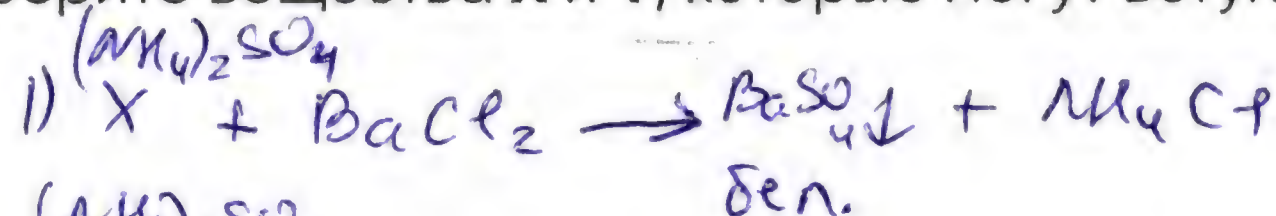


Задание 2 (6 КИМ)

В двух пробирках находится раствор вещества **X**. В одну из пробирок добавили раствор хлорида бария, при этом наблюдали образование белого осадка. Во вторую пробирку добавили раствор вещества **Y**, в результате произошла реакция, которую описывает следующее сокращенное ионное уравнение:



Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции.



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 1. гидроксид железа (III)

NH_4Cl 2. нашатырь

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 3. нашатырный спирт

NaOH 4. едкий натр

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 5. сульфат аммония

Ответ:

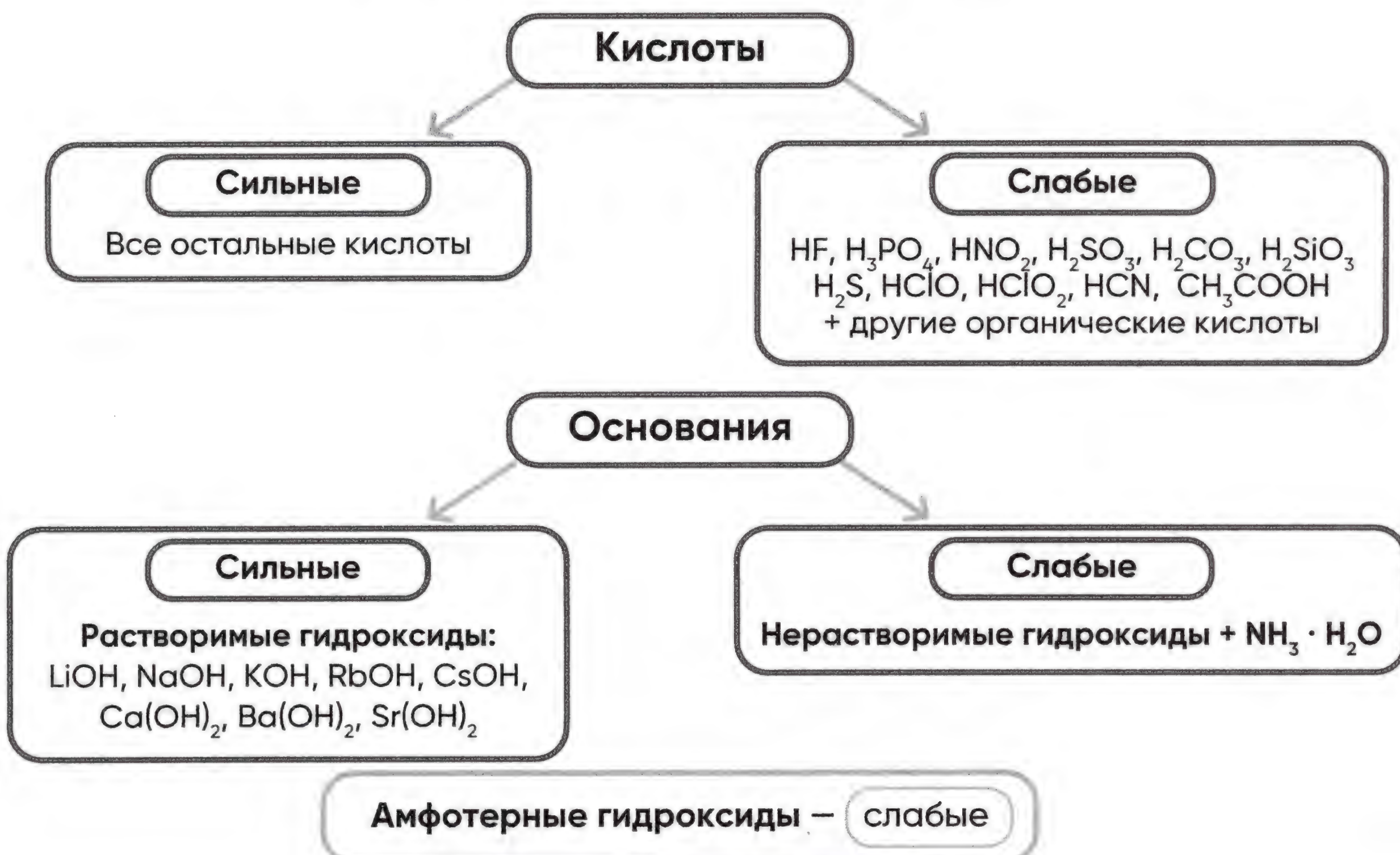
X Y
5 4

Что такое гидролиз?

Гидролиз — это реакция взаимодействия с водой, в результате которой происходит образование новых соединений.

Гидролиз солей

Сила кислот и оснований



Гидролиз — по слабому
Среда — по сильному

Водородный показатель (pH)



$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg 10^{-7} = -1 \cdot (-7) = 7$$

Среда раствора	Кислая	Нейтральная	Щелочная
Концентрация H^+	$>10^{-7}$ моль/л	10^{-7} моль/л	$<10^{-7}$ моль/л
pH	$pH < 7$ <i>кисл.</i>	$pH = 7$	$pH > 7$ <i>щел.</i>

Среда растворов солей

Соль	Пример	Гидролиз	Среда
Соль, образованная сильной кислотой и сильным основанием	$Ca(NO_3)_2$	Гидролиз не идёт!	нейтральная $pH = 7$
Соль, образованная сильной кислотой и слабым основанием	$AlBr_3$	Гидролиз по катиону	кислая $pH < 7$
Соль, образованная слабой кислотой и сильным основанием	K_2CO_3	Гидролиз по аниону	щелочная $pH > 7$
Соль, образованная слабой кислотой и слабым основанием ↙ необратимый Al_2S_3 ↘ обратимый NH_4F CH_3COONH_4	Al_2S_3	Гидролиз по аниону и по катиону	почти нейтральная $pH \approx 7$

Индикаторы в разных средах

Окраска индикаторов в различных средах			
Индикаторы	Среда		
	Кислая $pH < 7$	Нейтральная $pH = 7$	Щелочная $pH > 7$
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Метилоранж	красный	оранжевый	жёлтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый

Важно! Фенолфталеин не отличает кислую среду!

Особенные соли

На ЕГЭ эти соли не дают!

$NaHSO_3$ – кислая среда
 NaH_2PO_4 – кислая среда
 $AgNO_3$ – нейтральная среда

Эти соли могут дать!

Na_2HPO_4 – щелочная среда
 $KHCO_3^-$ – щелочная среда
 $NH_4HSO_4^-$ – кислая среда

$H_2CO_3^{+4}$

Важно! Соли серебра не гидролизуются по катиону, но могут гидролизываться по аниону, например, AgF .

Задание 3 (21 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующие справочные данные:

НОВИНКА ЕГЭ 2022!

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

от щел. → к кисл.

Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л). Запишите номера веществ в порядке убывания значения pH их водных растворов.

1. гашеная известь Ca(OH)_2
2. сульфат натрия Na_2SO_4 нейтр.
3. азотная кислота HNO_3
4. хлорид меди (II) CuCl_2 кисл.



Ответ:

1 → 2 → 4 → 3

Задание 4 (21 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующие справочные данные:

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

от кисл. → к щел.

Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л). Запишите номера веществ в порядке возрастания значения pH их водных растворов.

1. нашатырь NH_4Cl кисл.
2. нитрит натрия NaNO_2 щел.
3. нашатырный спирт $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (или NH_4OH) щел.
4. гидроксид цезия Cs(OH)_2 щел.



Ответ:

1 → 2 → 3 → 4

Задание 5 (21 КИМ)

Для выполнения задания используйте следующие справочные данные:

Концентрация (молярная, моль/л) показывает отношение количества растворённого вещества (n) к объёму раствора (V).

pH («пэ аш») – водородный показатель; величина, которая отражает концентрацию ионов водорода в растворе и используется для характеристики кислотности среды.

Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л). Запишите номера веществ в порядке убывания значения pH их водных растворов.

от кисл. → к щел.

1. бромид натрия NaBr нейтр.
2. хлорная кислота HClO_4 кисл.
3. сульфит калия K_2SO_3 щел.
4. хлористая кислота HClO_2



Ответ:

3 → 1 → 4 → 2

Электролиз в ЕГЭ по химии

Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей и кислот)

Задание 20 = 1 балл

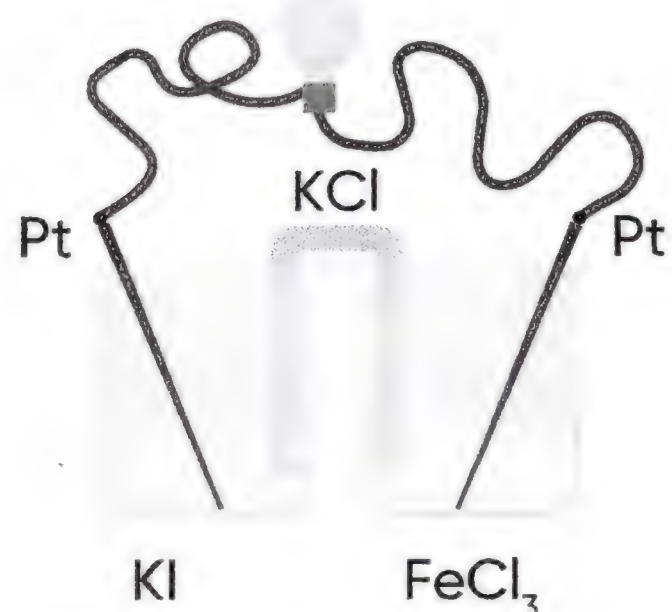
Задание 31 = 4 балла

32 задание (электролиз солей карбоновых кислот) = 5 баллов

Задание 33 = 4 балла

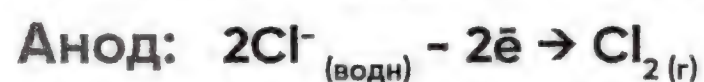
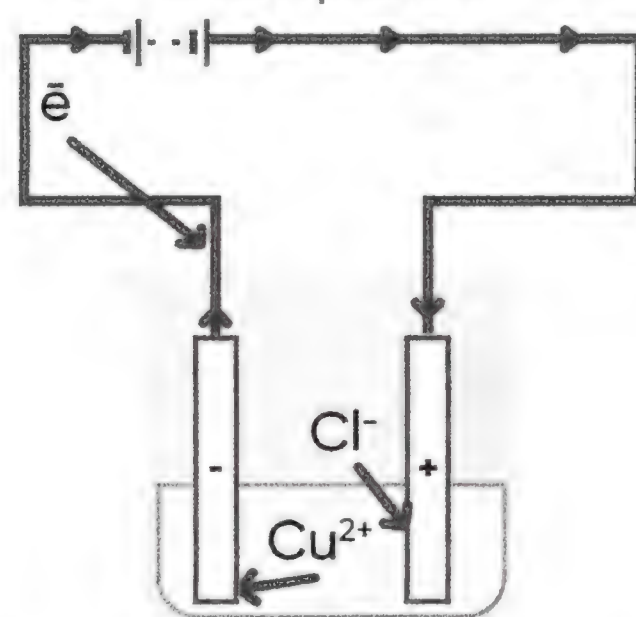
Что такое электролиз?

гальванический элемент



химическая энергия → электрическая энергия

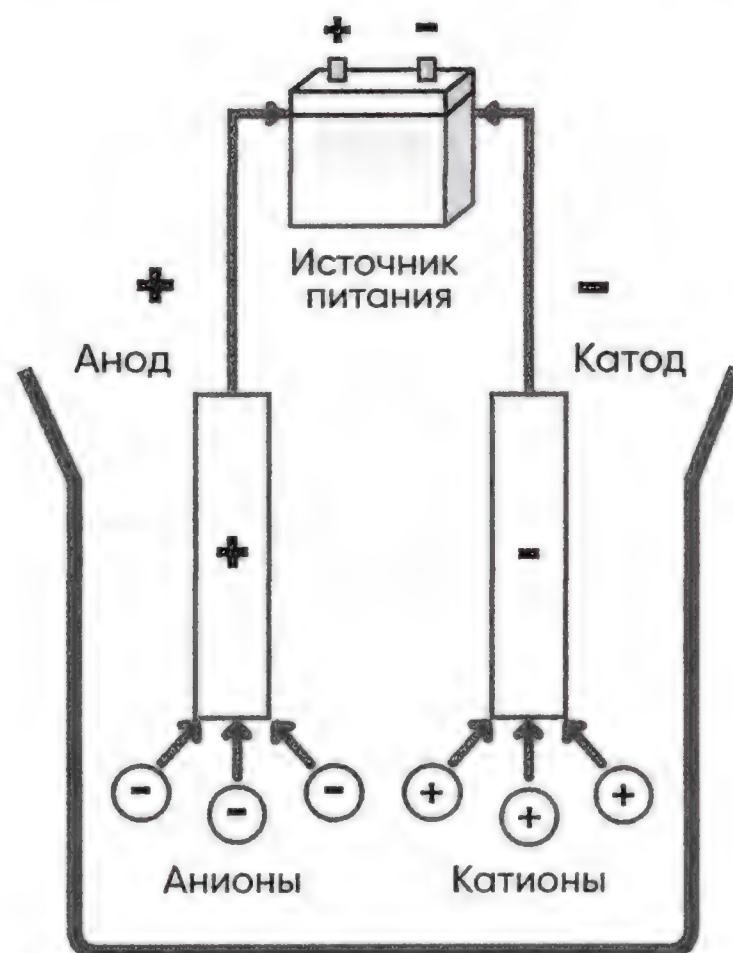
электролиз



электрическая энергия → химическая энергия

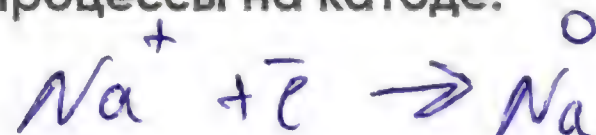
Электролиз — процесс образования новых веществ при действии электрического тока на расплав или раствор электролита.

Электролиты — это вещества, расплавы и растворы которых способны проводить электрический ток.

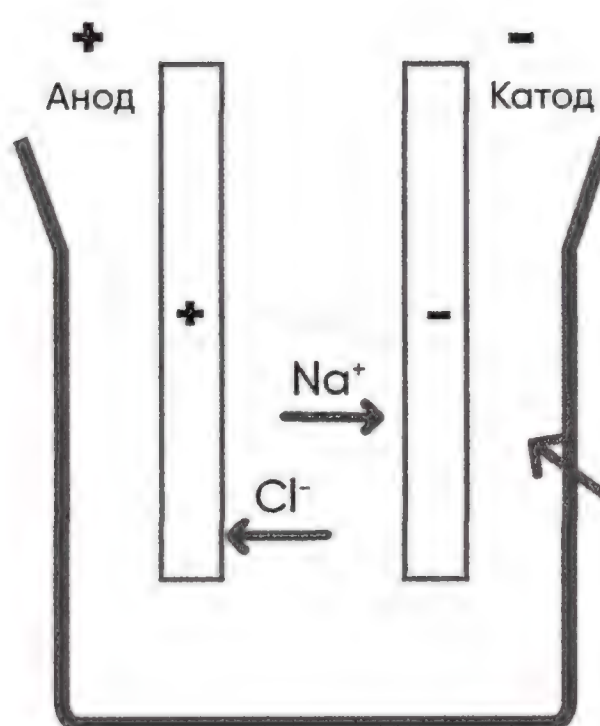
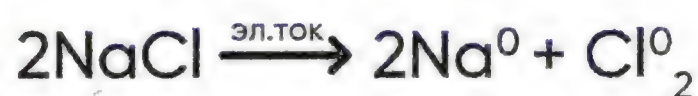


Электролиз расплавов солей

Процессы на катоде:

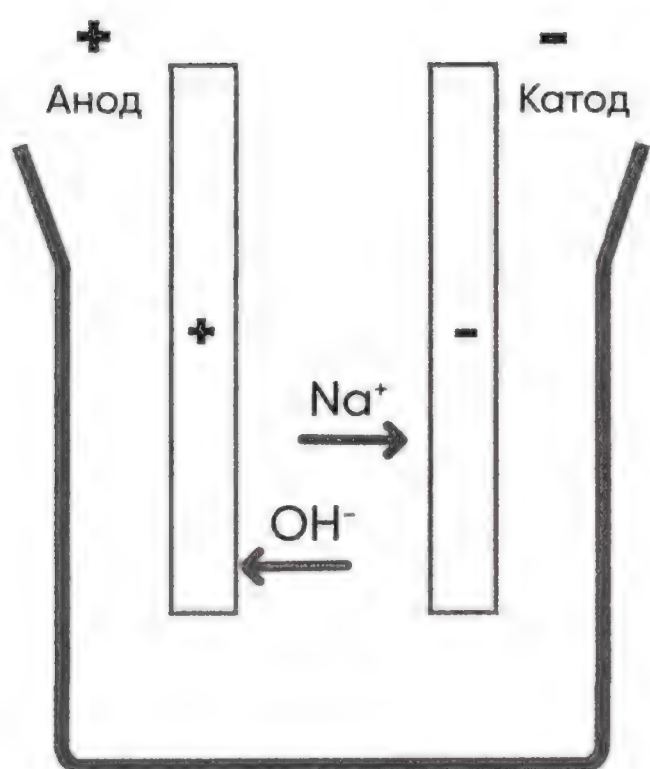


Процессы на аноде:



Расплав хлорида натрия
 $t = 700^{\circ}\text{C}$ (понижение $T_{\text{пл}}$ за счёт добавления CaCl_2)

Электролиз расплавов щелочей



Процессы на катоде:



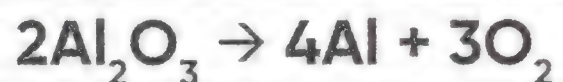
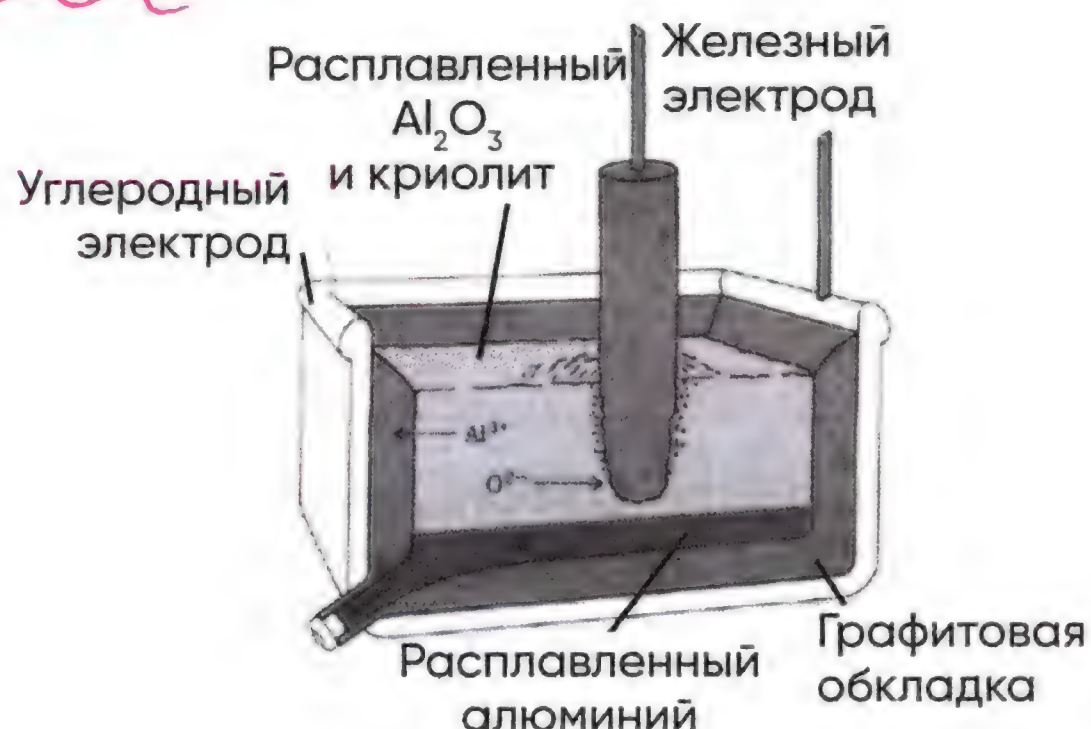
Процессы на аноде:



Особенный Алюминий

NB!

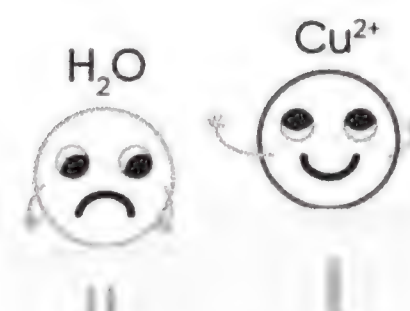
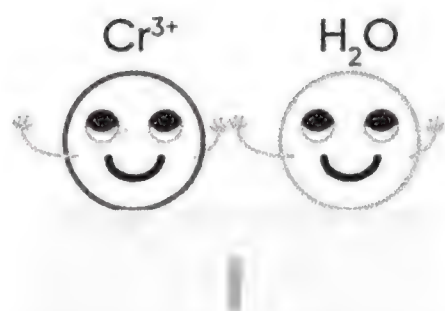
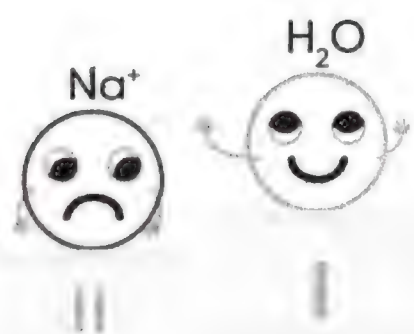
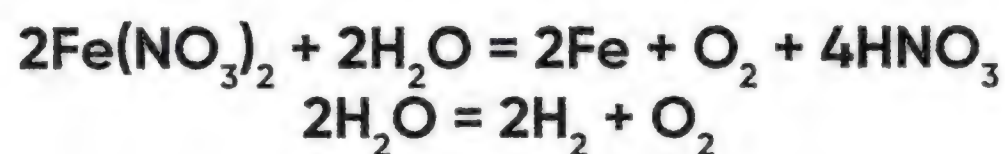
Al получают электролизом оксида алюминия (Al_2O_3) в расплавленном криолите $Na_3[AlF_6]$



Процессы на катоде в водных растворах электролитов

Процессы на катоде																										
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb																		(H)	Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au							
выделяется водород						выделяется водород и чистый металл*						выделяется водород						выделяется чистый металл								
Me ⁿ⁺ не восстанавливается 2H ₂ O + 2ē → H ₂ ↑ + 2OH ⁻						Me ⁿ⁺ + nē = Me ⁰ 2H ₂ O + 2ē → H ₂ ↑ + 2OH ⁻						2H ⁺ + 2ē → H ₂						Me ⁿ⁺ + nē = Me ⁰								
на катоде восстанавливаются молекулы воды						на катоде могут восстанавливаться и ионы металла, и воды						на катоде восстанавлива- ются катионы водорода						на катоде восстанавливаются ионы металлов								
H ₂						Me, H ₂						H ₂						Me								

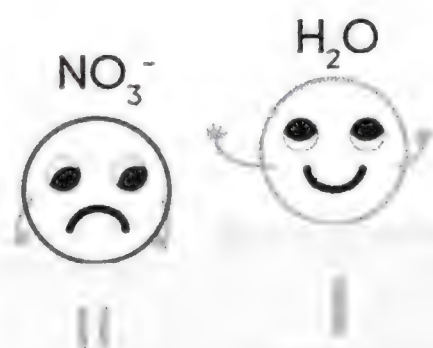
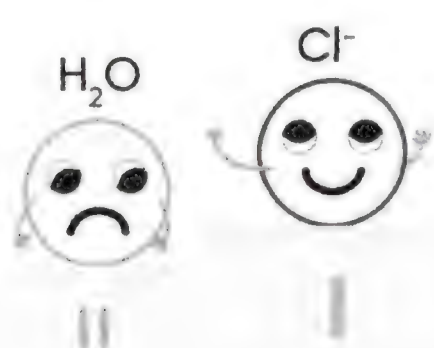
*Так как мы не знаем, в каком именно соотношении выделяются металл и водород, нужно разделять реакции получения металла и водорода (электролиз воды).



Процессы на аноде в водных растворах электролитов

Процессы на аноде

Бескислородные $\text{Cl}^-, \text{Br}^-, \text{I}^-, \text{S}^{2-}$	Кислородсодержащие и фториды $\text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{PO}_4^{3-}, \text{F}^-$	Растворы щелочей OH^-	Растворы солей карб. кислот $\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COO}^-$
выделяется простое вещество	выделяется кислород и кислота	выделяется кислород и вода	выделяется углекислый газ + алкан
$2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$	$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+$	$4\text{OH}^- - 4\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	$2\text{CH}_3\text{COO}^- - 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{CH}_3-\text{CH}_3$
ОКИСЛЯЮТСЯ ионы кислотного остатка	ОКИСЛЯЮТСЯ молекулы воды	ОКИСЛЯЮТСЯ гидроксид-ионы	ОКИСЛЯЮТСЯ ИОНЫ кислотного остатка
неMe	O_2	O_2	$\text{CO}_2 + \text{алкан}$



Электролитический способ получения веществ

Вещество	Электролитический способ получения
Щелочные и щелочноземельные металлы	Электролиз <u>расплавов</u> бескислородных солей (чаще всего хлоридов), а также электролиз расплавов щелочей
Mg	Электролиз <u>расплавов</u> бескислородных солей (чаще всего хлоридов)
Al	Электролиз раствора Al_2O_3 в расплаве криолита $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$
Mn и металлы правее по ЭХР	Электролиз водных растворов солей
H_2	Электролиз водных растворов кислот и щелочей, водных растворов солей, образованных катионами металлов до алюминия включительно
O_2	Электролиз растворов щелочей, растворов солей и кислот, образованных кислородсодержащим анионом или F^-
$\text{Cl}_2, \text{Br}_2, \text{I}_2$	Электролиз водных растворов или расплавов соответствующих галогенидов
F_2	Электролиз расплавов фторидов ($\text{KF} \cdot \text{HF}$)

Электролиз растворов солей

Электролиз воды

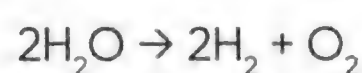
РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

+ кислородсодержащий анион (кроме анионов карбоновых кислот) и F^-

Пример: электролиз раствора Na_2SO_4



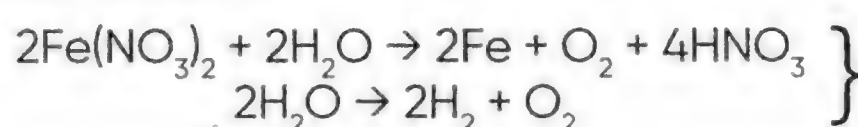
Электролиз соли параллельно с электролизом воды

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

Пример: электролиз раствора $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$



Электролиз соли последовательно с электролизом воды

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

+ бескислородный анион (кроме F^-)

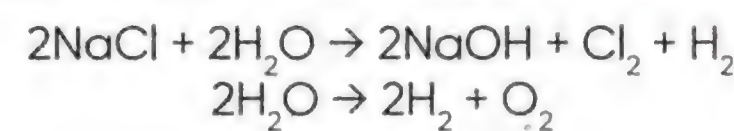
или

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

Пример: электролиз раствора NaCl



Вели соль не участвует в электролизе!
И-р: Na_2SO_4

Задание 6 (20 КИМ)

Установите соответствие между веществом и возможным способом его получения путём электролиза в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещество

А. медь Cu

Б. натрий Na

В. кислород O_2

Получение электролизом

1. раствора хлорида меди (II) $CuCl_2$

2. раствора сульфата натрия Na_2SO_4

3. раствора хлорида натрия $NaCl$

4. расплава хлорида натрия $NaCl$

Ответ:

А	Б	В
1	4	2

Задание 7 (20 КИМ)

Установите соответствие между названием соли и продуктами электролиза, которые образуются на инертных электродах в ходе электролиза её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Название соли

А. сульфат хрома (III) $Cr_2(SO_4)_3$

Б. хлорат серебра $AgClO_3$

В. бромид калия KBr

Продукты электролиза

1. водород и кислород

2. металл и кислород

3. металл, водород и кислород

4. водород и галоген

Ответ:

А	Б	В
3	2	4

Задание 8 (20 КИМ)

Установите соответствие между формулой соли и уравнением процесса, протекающем на аноде в ходе электролиза её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Формула соли

А. $CuSO_4$

Б. Na_2S

В. K_2SO_4

Уравнение процесса на аноде

1. $2SO_4^{2-} - 4e \rightarrow 2SO_3^{2-} + O_2$

2. $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$

3. $S^{2-} - 2e \rightarrow S$

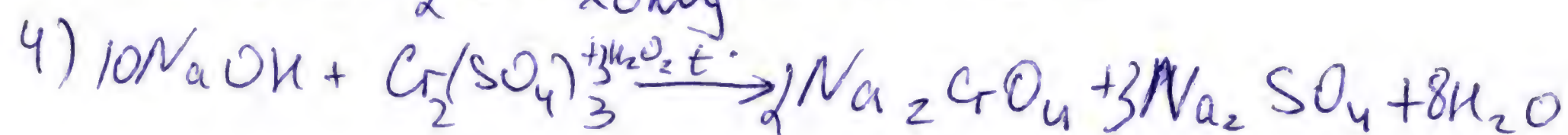
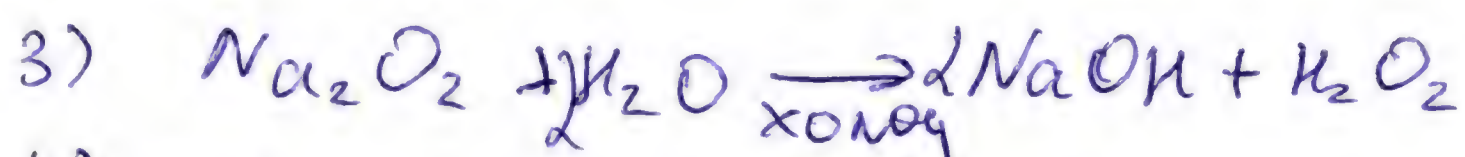
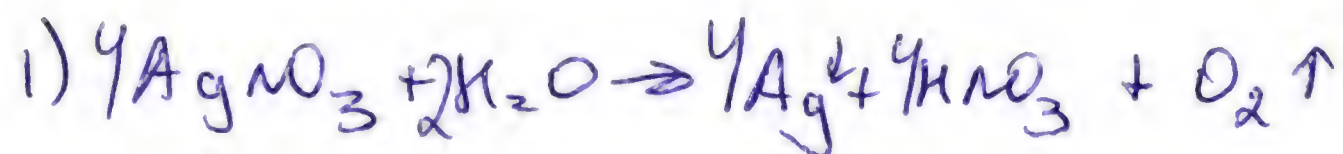
4. $2H_2O + 2e \rightarrow H_2 + 2OH^-$

Ответ:

А	Б	В
2	3	2

Задание 9 (31 КИМ)

Провели электролиз водного раствора нитрата серебра. Выделившийся при этом газ прореагировал с натрием с образованием пероксида натрия. Полученное при этом вещество растворили в холодной воде. К образовавшемуся раствору добавили раствор сульфата хрома (III) и нагрели, при этом раствор приобрёл жёлтый цвет. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.



ДЕНЬ 4

Химические св-ва элементов.
Качественные р-ции в
неорганике.

Химические свойства ЩМ, ЩЗМ, Мг. Химические свойства алюминия, цинка, железа, хрома, меди и водорода.

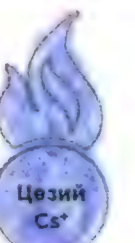
Щелочные металлы

Общие характеристики щелочных металлов

Me	Li	Na	K	Rb	Cs
Электронная конфигурация внешнего уровня	2s ¹	3s ¹	4s ¹	5s ¹	6s ¹
s-элементы					
Степени окисления	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1	0, +1
радиус увеличивается →					
металлические свойства увеличиваются →					
ЭО уменьшается →					
Формула высшего оксида – Me ₂ O	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O
Формула водородного соединения (гидрид) – MeH	LiH	NaH	KH	RbH	CsH

Физические свойства щелочных металлов

Натрий и калий хранят под слоем углеводородного растворителя, чаще всего керосина, а литий под слоем вазелина, для предотвращения реакции с кислородом и водяным паром.

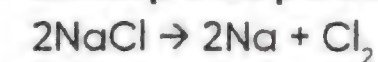
Li	T _{пл.} = 180,54 °C	 Карминово-красный (малиновый)	малиновый
Na	T _{пл.} = 97,72 °C	 Жёлтый	
K	T _{пл.} = 63,38 °C	 Фиолетовый	калийный фазан
Rb	T _{пл.} = 39,31 °C	 Розово-фиолетовый	
Cs	T _{пл.} = 28,44 °C	 От фиолетового до голубого	

Щелочные металлы мягкие, легко режутся ножом, имеют низкие температуры плавления.

Получение щелочных металлов

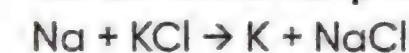
Литий, натрий

Электролиз расплавов хлоридов



Калий

Вытеснение натрием из паров хлорида калия



Химические свойства щелочных металлов

1. Взаимодействие с кислородом: $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$
2. Взаимодействие с неметаллами: $2\text{Na} + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$
3. Взаимодействие с водой: $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
4. Взаимодействие с кислотами: $6\text{Na} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2$
5. Взаимодействие с солями в расплаве: $3\text{Na} + \text{AlCl}_3 \rightarrow 3\text{NaCl} + \text{Al}$

Обобщение химических свойств щелочных металлов

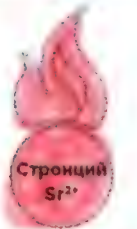
Химическое свойство	Пример реакции
Взаимодействие с кислородом	сгорание на воздухе $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$ $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$ пероксид $\text{K} (\text{Rb}, \text{Cs}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{KO}_2 (\text{RbO}_2, \text{CsO}_2)$ супероксид (магнероксид)
Взаимодействие с неметаллами	с серой (при нагревании) $2\text{Na} + \text{S} \rightarrow \text{Na}_2\text{S}$ с галогенами $2\text{Li} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{LiBr}$ с фосфором (при нагревании) $3\text{Na} + \text{P} \rightarrow \text{Na}_3\text{P}$ с водородом (при нагревании) $2\text{Li} + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{LiH}$ с азотом (литий без нагревания) $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$
Взаимодействие с водой	образуются щелочи $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH} + \text{H}_2$
Взаимодействие с кислотами	$6\text{Na} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2$ $8\text{Na} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.} \rightarrow 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с солями в расплаве	$3\text{Na} + \text{AlCl}_3 \rightarrow 3\text{NaCl} + \text{Al}$

Щелочноземельные металлы

Общие характеристики щелочноземельных металлов и Mg

Mg и ЩЗМ	Mg	Ca	Sr	Ba
Электронная конфигурация внешнего уровня	3s ²	4s ²	5s ²	6s ²
s-элементы				
Степени окисления	0, +2	0, +2	0, +2	0, +2
радиус увеличивается →				
металлические свойства увеличиваются →				
ЭО уменьшается →				
Формула высшего оксида – MeO	MgO	CaO	SrO	BaO
Формула водородного соединения (гидрид) – MeH ₂	MgH ₂	CaH ₂	SrH ₂	BaH ₂

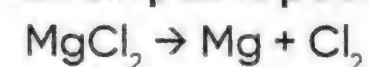
Физические свойства щелочноземельных металлов и Mg

Mg	Тпл. = 650 °C	Магний и ЩЗМ – ковкие и пластичные металлы, относительно мягкие, но тверже щелочных.	Sr	Тпл. = 777 °C	 карминово-красный
Ca	Тпл. = 842 °C	 кирпично-красный	Ba	Тпл. = 727 °C	 жёлто-зеленый

Получение щелочноземельных металлов и магния

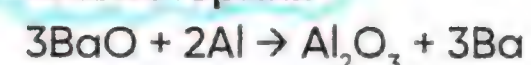
Магний, кальций

Электролиз расплавов хлоридов



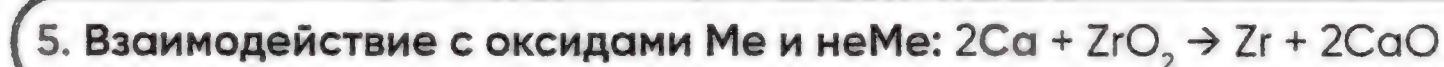
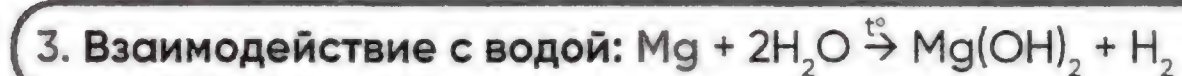
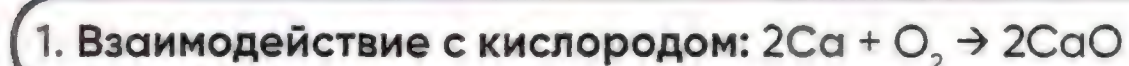
Стронций, барий

Алюмотермия



пирометаллургия

Химические свойства щелочноземельных металлов и магния



Обобщение химических свойств ЩЗМ и Mg

Химическое свойство	Пример реакции
Взаимодействие с кислородом	$2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$ $\text{Ba} + \text{O}_2 \xrightarrow{+2 \quad -1} \text{BaO}_2$ пероксид
Взаимодействие с неметаллами	с серой $\text{Ca} + \text{S} \xrightarrow{\text{t}} \text{CaS}$ с галогенами $\text{Ba} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{BaCl}_2$ с водородом $\text{Ca} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{t}} \text{CaH}_2$ с фосфором $3\text{Ca} + 2\text{P} \xrightarrow{\text{t}} \text{Ca}_3\text{P}_2$ с азотом $3\text{Sr} + \text{N}_2 \xrightarrow{\text{t}} \text{Sr}_3\text{N}_2$ с углеродом $\text{Ca} + 2\text{C} \xrightarrow{\text{t}} \text{CaC}_2$ с кремнием $2\text{Ca} + \text{Si} \xrightarrow{\text{t}} \text{Ca}_2\text{Si}$
Взаимодействие с водой	Mg – при нагревании! $\text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{t}} \text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2$ $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2$
Взаимодействие с кислотами	с обычными кислотами $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ разб.} \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$ с кислотами-окислителями $4\text{Mg} + 5\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц.} \rightarrow 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$
Взаимодействие с оксидами Me и неMe	$2\text{Ca} + \text{ZrO}_2 \xrightarrow{\text{t}} \text{Zr} + 2\text{CaO}$ $2\text{Mg} + \text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{t}} 2\text{MgO} + \text{Si}$
Специфические свойства	$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{t}} 2\text{MgO} + \text{C}$ $\text{Mg} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{Cu}$

Алюминий и цинк

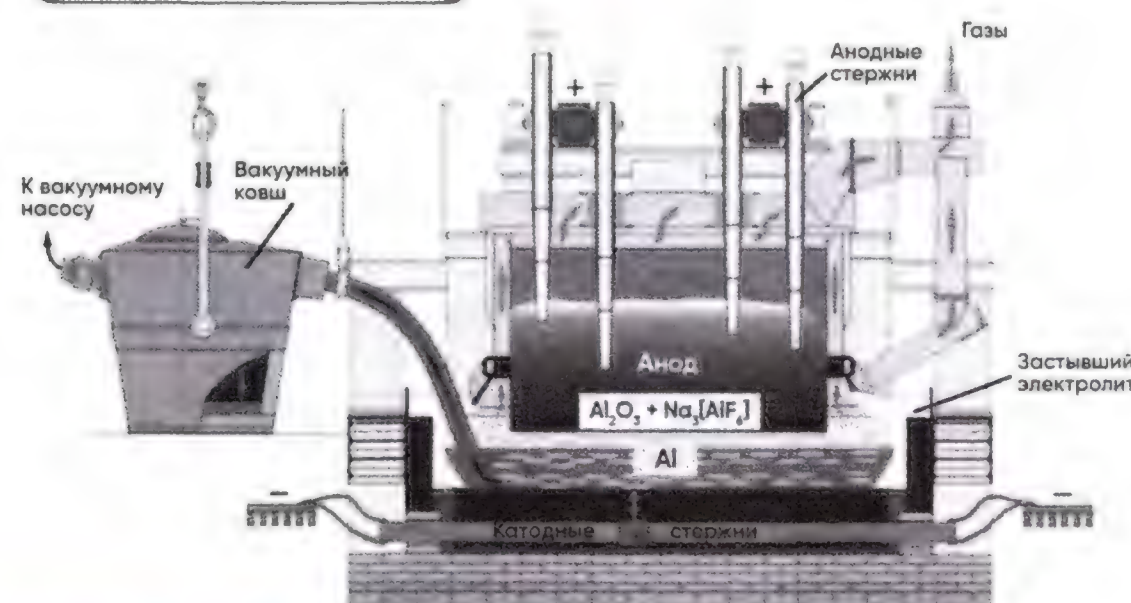
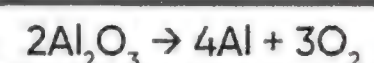
Металлы	Al ⁺³	Zn ⁺²
Электронная конфигурация внешнего уровня	3s ² 3p ¹	3d ¹⁰ 4s ²
	p-элемент	d-элемент
Степень окисления	0, +3	0, +2
Формула высшего оксида	Al ₂ O ₃	ZnO

Степени окисления цинка и алюминия

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
Zn	+2	ZnO	Zn(OH) ₂	Na ₂ ZnO ₂	ZnO ₂ ²⁻
				Na ₂ [Zn(OH) ₄]	[Zn(OH) ₄] ²⁻
Al	+3	Al ₂ O ₃	Al(OH) ₃	NaAlO ₂	AlO ₂ ⁻
				Na[Al(OH) ₄]	[Al(OH) ₄] ⁻

Получение алюминия

Электролиз расплава оксида алюминия (Al₂O₃) в криолите (Na₃[AlF₆])



Получение цинка

Получение цинка

Взаимодействие ZnO с C

- перевод руды в оксид
 $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$
- восстановление из оксида
 $\text{ZnO} + \text{C} \xrightarrow{t} \text{Zn} + \text{CO}$

O₂
C

Химические свойства цинка и алюминия

1. Взаимодействие с кислородом: $2\text{Zn} + \text{O}_2 \xrightarrow{t} 2\text{ZnO}$

2. Взаимодействие с неметаллами: $2\text{Al} + 3\text{S} \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{S}_3$

3. Взаимодействие с водой при особых условиях: $\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{H}_2$

4. Взаимодействие с кислотами: $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

5. Взаимодействие со щелочами: $2\text{Al} + 2\text{NaOH}_{(p-p)} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$

6. Взаимодействие с оксидами и солями: $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$ $\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$

7. Специфические свойства: $4\text{Zn} + 2\text{NO}_2 \xrightarrow{t} \text{N}_2 + 4\text{ZnO}$

Обобщение химических свойств алюминия и переходных металлов

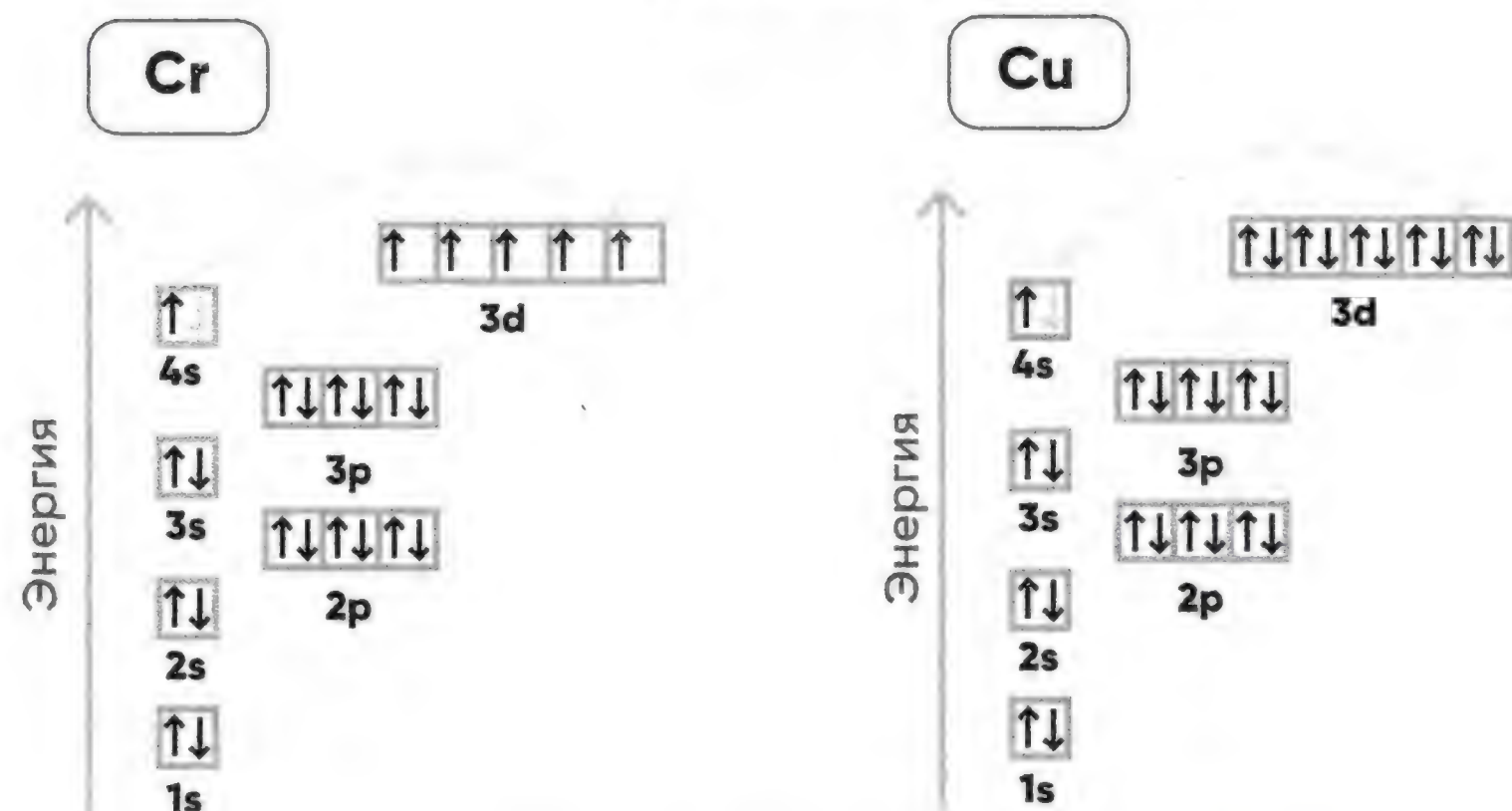
Вещество	Алюминий	Цинк
O ₂	$4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$	$2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{ZnO}$
неметаллы	$2\text{Al} + 3\text{S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$ $2\text{Al} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{AlCl}_3$ $2\text{Al} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{AlN}$ $\text{Al} + \text{P} \rightarrow \text{AlP}$ $4\text{Al} + 3\text{C} \rightarrow \text{Al}_4\text{C}_3$ Не реагирует с водородом акт $\Rightarrow$ щелоч	$\text{Zn} + \text{S} \rightarrow \text{ZnS}$ $\text{Zn} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{ZnBr}_2$ Не реагирует с азотом, водородом
H ₂ O	$2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$ при устраниии оксидной пленки	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t} \text{ZnO} + \text{H}_2$ ср. акт $\Rightarrow$ оксид
кислоты	$2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$ С концентрированными кислотами-окислителями ТОЛЬКО при нагревании (на холоде идёт пассивация) $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow{t} \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al} + 6\text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t} \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ С кислотами-окислителями реакция идёт без нагревания $\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3(\text{разб.}) \rightarrow 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$
щелочи	$2\text{Al} + 2\text{NaOH}_{(p-p)} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$	В растворе: $\text{Zn} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$ В расплаве: $\text{Zn} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2$

Железо, хром и медь

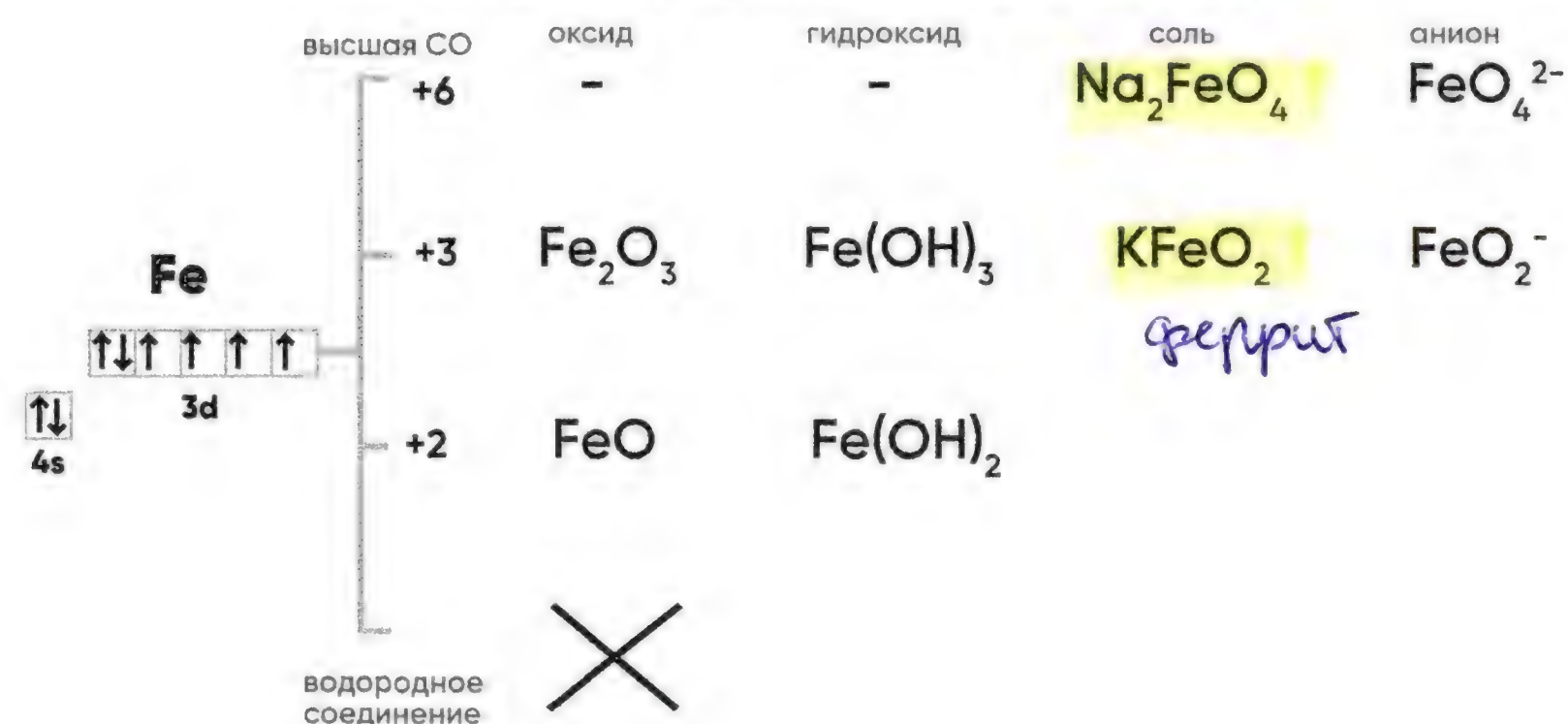
Общая характеристика железа, хрома и меди

Металлы	Fe	Cr	Cu
Электронная конфигурация внешнего уровня	3d ⁶ 4s ²	3d ⁵ 4s ¹	3d ¹⁰ 4s ¹
	d-элемент	d-элемент	d-элемент
Степень окисления	0, +2, +3, +6	0, +2, +3, +6	0, +1, +2
Формула высшего оксида	Fe ₂ O ₃	CrO ₃	CuO

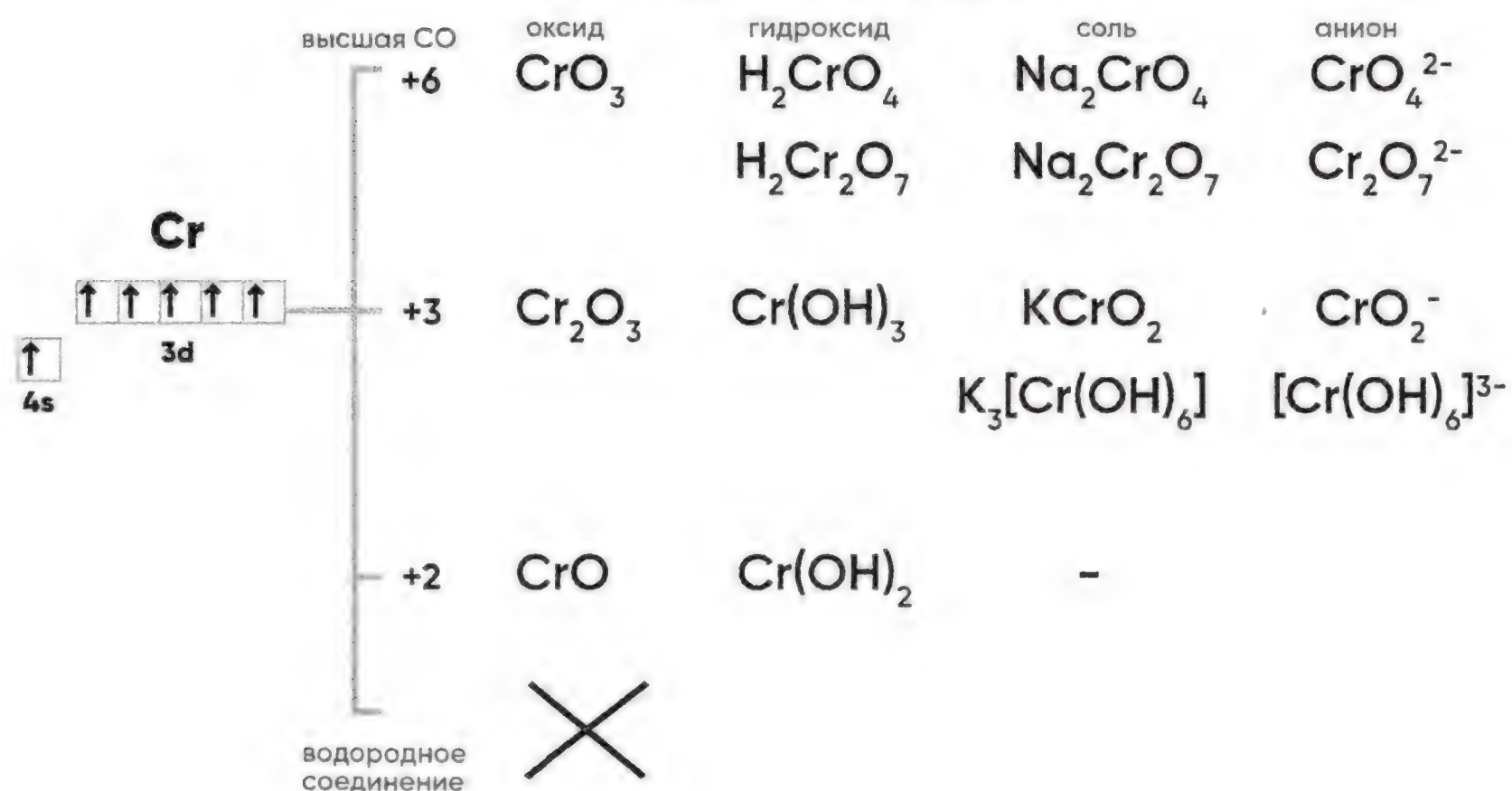
Проскок электрона



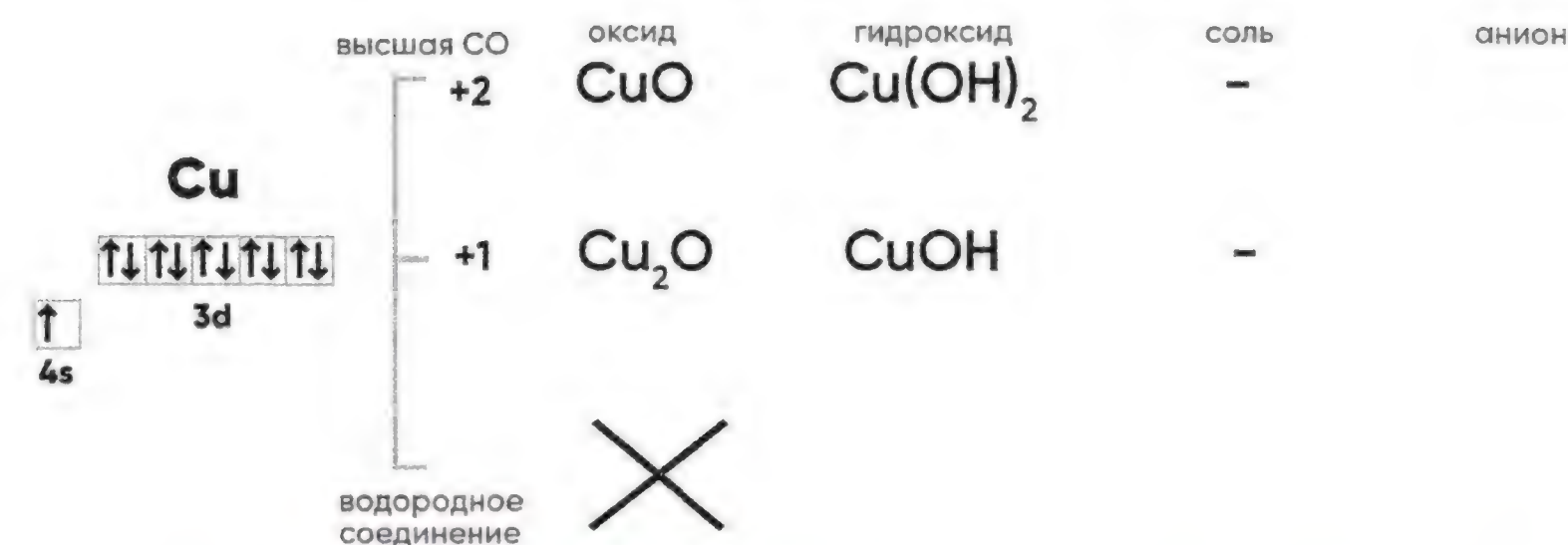
Степени окисления железа



Степени окисления хрома



Степени окисления меди



Физические свойства железа, хрома и меди

Хром – серебристо-белый металл, один из самых прочных металлов.

Медь – золотисто-розовый пластичный металл, диамагнетик (не притягивается магнитом).

Железо – серебристо-белый металл с сероватым оттенком, магнитится.

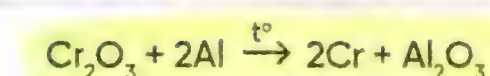
Cr	$T_{\text{пл.}} = 1856,9^\circ\text{C}$	Cu	$T_{\text{пл.}} = 1084,62^\circ\text{C}$		Fe	$T_{\text{пл.}} = 538,85^\circ\text{C}$
-----------	---	-----------	--	---	-----------	---

Получение железа, хрома и меди

Металл	Метод получения
Хром	Алюмотермия оксида хрома (III)
Железо	Восстановление оксида оксидом углерода (II)
Медь	Пирометаллургия Гидрометаллургия Электролиз растворов солей

Получение хрома

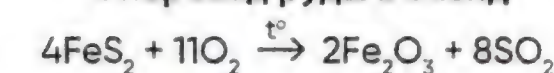
Главный метод получения чистого хрома – алюмотермия



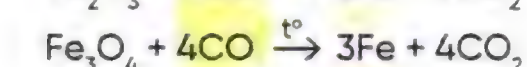
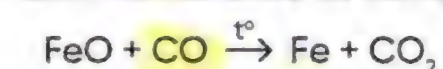
Получение железа

Взаимодействие Fe_2O_3 с CO

1. перевод руды в оксид

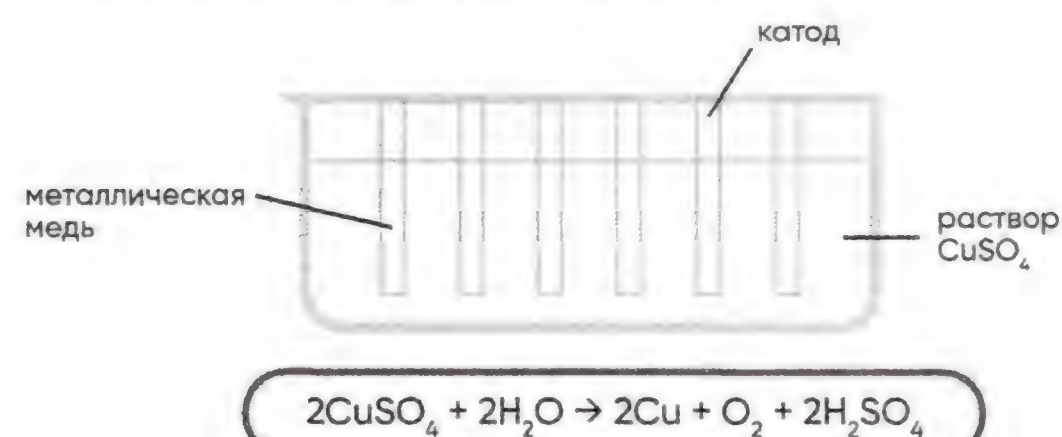


2. восстановление из оксида



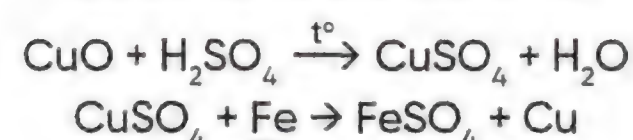
Получение меди

Электролиз растворов солей меди

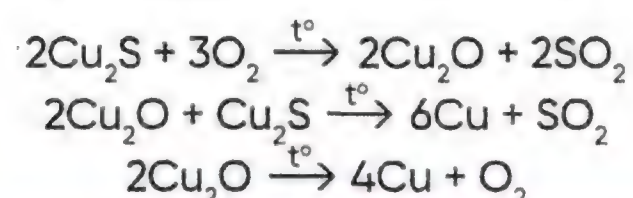


Получение меди

Гидрометаллургия



Пирометаллургия



Химические свойства железа, хрома и меди

1. Взаимодействие с кислородом: $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO}$

2. Взаимодействие с неметаллами: $\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{FeS}$

3. Взаимодействие с водой при особых условиях: $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$

4. Взаимодействие с кислотами: $\text{Cr} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$

5. Взаимодействие с оксидами и солями: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

6. Специфические свойства: $\text{Cu} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4$

Обобщение химических свойств хрома, меди и железа

Вещество	Химическая реакция
O_2	$3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4$ $4\text{Cr} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{Cr}_2\text{O}_3$ $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO}$
неметаллы	$\text{Fe} + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{FeS}$ $\text{Fe} + 2\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{FeS}_2$ $2\text{Cr} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2\text{S}_3$ $\text{Cu} + \text{S} \rightarrow \text{CuS}$ $2\text{Fe} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{FeBr}_3$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$ (не FeCl_2) $\text{Fe} + \text{I}_2 \rightarrow \text{FeI}_2$ (не FeI_3) $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{CrCl}_3$ (не CrCl_2) $\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$ $2\text{Cu} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{CuI}$ (не CuI_2) Не реагируют с водородом

Вещество

Химическая реакция

H_2O	$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ $2\text{Cr} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$ $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
кислоты и кислоты-окислители	Медь не реагирует с «обычными кислотами», только с кислотами-окислителями: $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ Железо и хром взаимодействуют с «обычными кислотами»: $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{разб.}) \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ $\text{Cr} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CrCl}_2 + \text{H}_2$ Но с кислотами-окислителями только при нагревании: $\text{Cr} + 6\text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Cr} + 6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe} + 6\text{HNO}_3(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
оксиды и соли	$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$ $\text{Cu} + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Ag}$ $\text{Fe} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{FeO}$
специфические свойства	$4\text{Cu} + 2\text{NO}_2 \xrightarrow{t^\circ} 4\text{CuO} + \text{N}_2$ $2\text{Cu} + 2\text{NO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CuO} + \text{N}_2$ $\text{Cu} + \text{N}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{CuO} + \text{N}_2$ $\text{CuO} + \text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu}_2\text{O}$ $\text{Cu} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{FeSO}_4$ (как и с $\text{FeCl}_3 + \text{Cu}$) $\text{Fe} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{t^\circ} 3\text{FeO}$

Водород

Характеристика водорода

Элемент	H
Электронная конфигурация внешнего уровня	$1s^1$
	s-элемент
Основные степени окисления	-1, 0, +1
Формула высшего оксида	H_2O
Формула водородного соединения	-

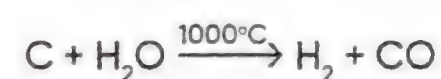
Физические свойства водорода

H_2 – газ без цвета и запаха

Пурпурное свечение в состоянии плазмы

Получение водорода

1. Конверсионный способ (действие перегретого водяного пара на раскаленный углерод)

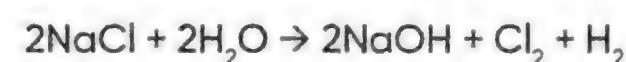


уголь, метан, соль электролиз

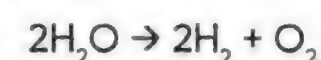
2. Конверсия метана с водяным паром



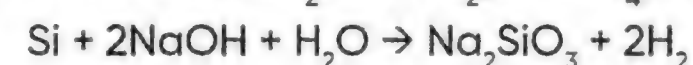
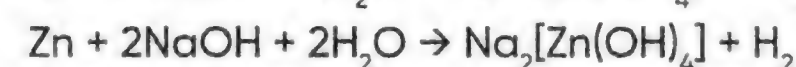
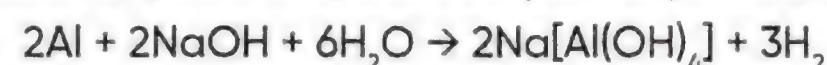
3. Электролиз водного раствора хлорида натрия



гидроксида натрия (и других электролитов)

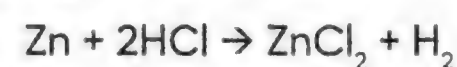


4. Взаимодействие алюминия, цинка и кремния с растворами щелочей

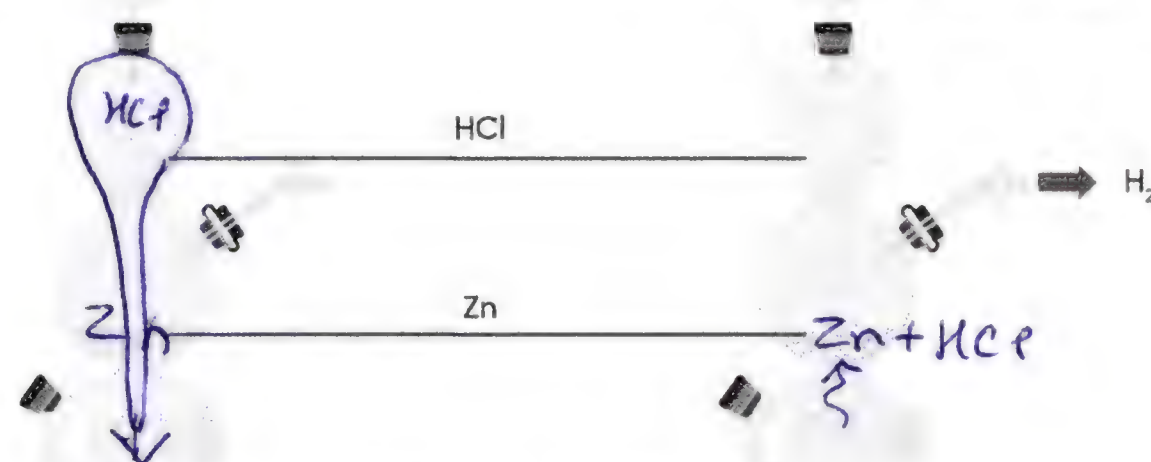


5. Действием кислот (не окислителей) на металлы

До опыта

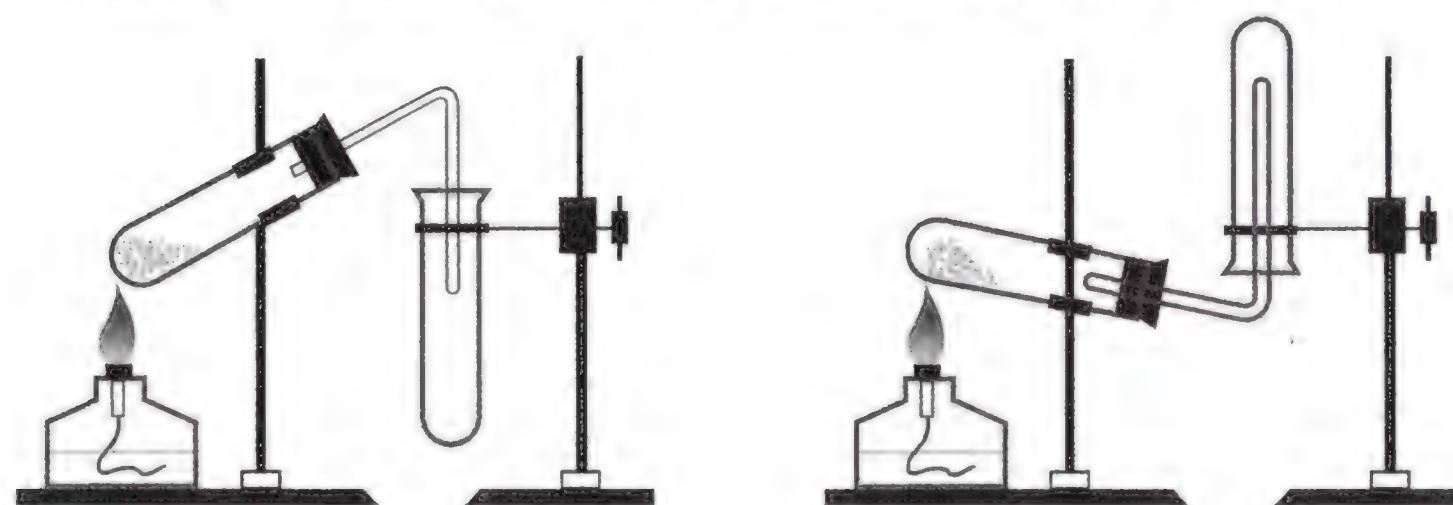


Во время опыта



Аппарат Киппа

Сбор газов методом вытеснения воздуха



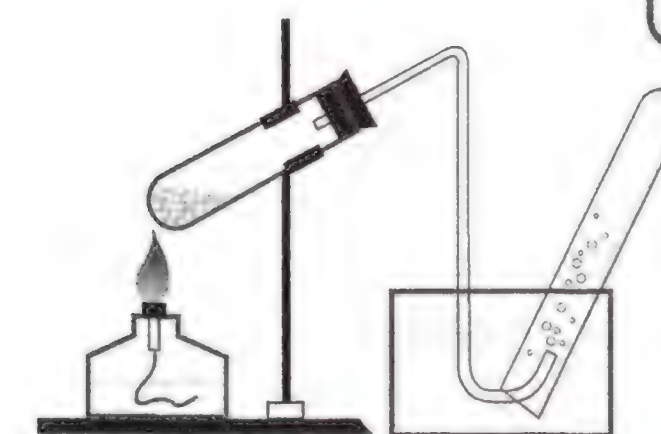
Пробирка дном вниз -
для газов тяжелее воздуха
(Cl_2 , O_2 , H_2S , SO_2)

$M_{\text{воздуха}} \approx 29 \text{ г/моль}$

Пробирка дном вверх -
для газов легче воздуха
(H_2 , NH_3 , CH_4)

Сбор газов методом вытеснения воды

Газ не должен растворяться
в воде и реагировать с ней



H_2 , O_2 , N_2 , CH_4

не реагируют с H_2O
Химические свойства водорода

1. Взаимодействие с металлами: $\text{H}_2 + \text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2$

2. Взаимодействие с неметаллами: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightarrow{t^\circ, p, \text{kat}} 2\text{NH}_3$

3. Взаимодействие со сложными веществами: $\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

Обобщение химических свойств водорода

Химическое свойство	Пример
Взаимодействие с активными металлами	$\text{H}_2 + \text{Ca} \rightarrow \text{CaH}_2$ <i>узм/узм</i>
Взаимодействие с неметаллами	с галогенами $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{HCl}$ С бромом и йодом при нагревании $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{HF}$ (комнатная t°) с серой $\text{H}_2 + \text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{H}_2\text{S}$ с азотом $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \xrightarrow{t^\circ, p, \text{kat}} 2\text{NH}_3$ с кислородом $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ с углеродом $2\text{H}_2 + \text{C} \xrightarrow{t^\circ, p, \text{kat}} \text{CH}_4$ с кремнием $\text{H}_2 + \text{Si} \rightarrow$ с фосфором $\text{H}_2 + \text{P} \rightarrow$
Взаимодействие со сложными веществами	$\text{H}_2 + \text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

Задание 1 (6 КИМ)

Даны две пробирки с веществом X. В одну из них добавили бурую жидкость. В другую пробирку прилили раствор вещества Y. При этом в каждой из пробирок образовалось одно и то же вещество. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

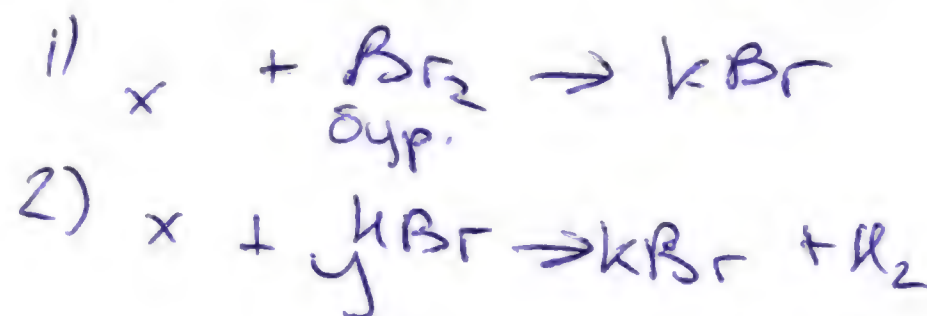
1. K

2. H₂O

3. HBr

4. Ag

5. HNO₃

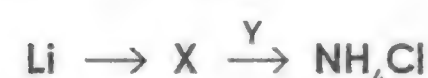


Ответ:

X	Y
1	3

Задание 2 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

1. NH₃

2. HCl (изб.)

3. N₂

4. Li₃N

5. HCl (нед.)



Ответ:

X	Y
4	2

Задание 3 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктом(-ами), которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукт(-ы) реакции

A. Ba и S $\rightarrow BaS$

1. BaSO₄

Б. Ba и H₂O $\rightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

2. Ba(OH)₂

В. Ba и H₂SO₄ (конц) $\rightarrow BaSO_4 + H_2$

3. BaS

Г. Ba и H₂SO₄ (разб) $\rightarrow BaSO_4 + H_2$

4. Ba(OH)₂, H₂

5. BaSO₄, H₂

6. BaSO₄, H₂S, H₂O

Ответ:

A	Б	В	Г
3	4	6	5

Задание 4 (6 КИМ)

Даны две пробирки с металлом X. В одну из них добавили раствор медного купороса и наблюдали образование красно-коричневой взвеси, в другую добавили концентрированный раствор кислоты Y комнатной температуры, при этом выделился газ с запахом тухлых яиц. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

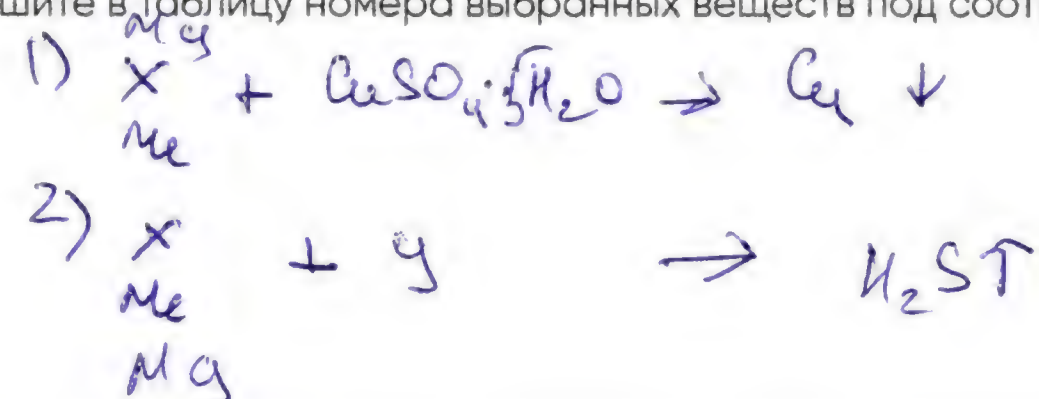
1. Fe

2. H₂SO₄

3. Al

4. HNO₃

5. Mg



Ответ:

X	Y
5	2

Задание 5 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктом(-ами), которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукт(-ы) реакции

A. Zn и NaOH (водн.) $\rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

1. Na₂ZnO₂, H₂O

Б. Zn и Fe₂O₃ $\rightarrow ZnO + Fe$

2. Zn(NO₃)₂, NH₄NO₃, H₂O

В. ZnO и NaOH (тв.) $\rightarrow Na_2ZnO_2$

3. Na₂[Zn(OH)₄], H₂

Г. Zn и HNO₃ (оч. разб.) $\rightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$

4. Fe₂(ZnO₂)₃

5. Fe, ZnO

6. Zn(NO₃)₂, H₂

Ответ:

A	Б	В	Г
3	5	1	2

Задание 6 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

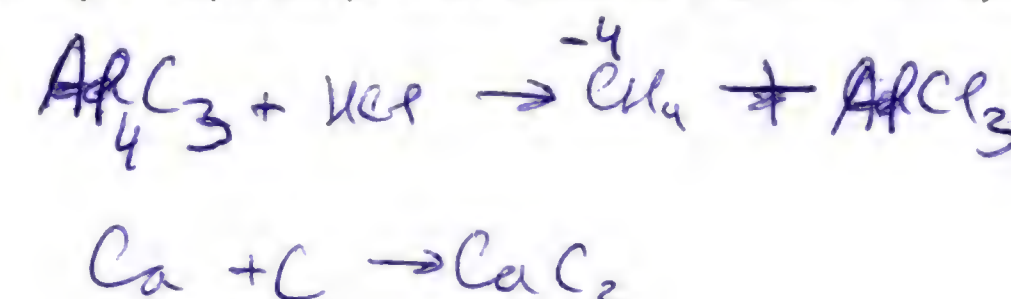
1. Ca

2. Al₄C₃

3. CaC₂

4. AlC₃

5. Al



Ответ:

X	Y
1	2

Задание 7 (8 КИМ)

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества

Продукты реакции

A. Fe и Cu(NO₃)₂ $\rightarrow Fe(NO_3)_2 + Cu$

1. Fe, CuCl₂

Б. Cu и HNO₃ (конц) $\rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$

2. Cu(NO₃)₂, NO₂, H₂O

В. FeCl₃ и Cu $\rightarrow CuCl_2 + FeCl_2$

3. Cu(NO₃)₂, Fe(NO₃)₂

Г. Cu и HNO₃ (разб) $\rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O + NO$

4. FeCl₂, CuCl₂

5. Cu(NO₃)₂, NO, H₂O

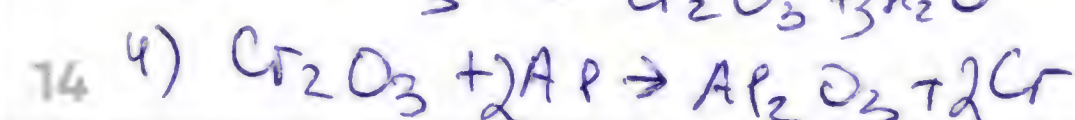
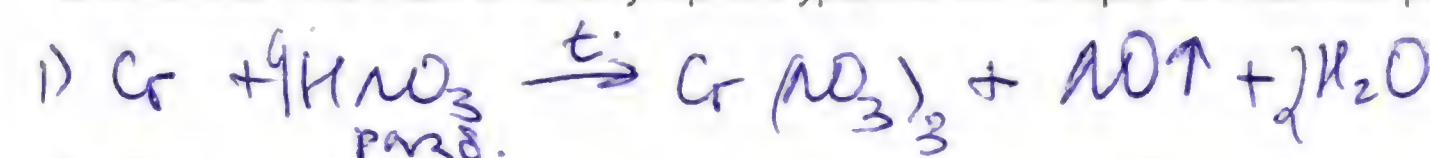
6. Cu, Fe(NO₃)₂

Ответ:

A	Б	В	Г
6	2	4	5

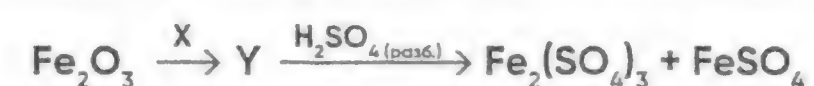
Задание 8 (31 КИМ)

Порошок хрома растворили в необходимом количестве разбавленного раствора азотной кислоты при нагревании. К полученному раствору добавили избыток раствора карбоната натрия. Выделившийся осадок отфильтровали, высушили и прокалили. Полученное твердое вещество сплавляли с алюминием. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.



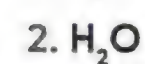
Задание 9 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

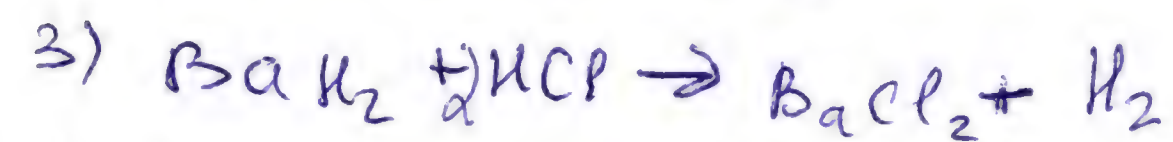


Ответ:

X	Y
1	3

Задание 10 (31 КИМ)

Натрий прореагировал с водой. Выделившийся газ провзаимодействовал с металлом, соли которого окрашивают пламя в желто-зелёный цвет. Полученный продукт подвергли кислотному гидролизу соляной кислотой. В ходе реакции выделилось газообразное вещество, которое полностью восстановило цинк из его оксида. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



Химические свойства галогенов, азота и фосфора. Химические свойства серы, кислорода, углерода и кремния.

Галогены

Общая характеристика галогенов

Элемент	F	Cl	Br	I
Электронная конфигурация внешнего уровня	2s ² 2p ⁵	3s ² 3p ⁵	4s ² 4p ⁵	5s ² 5p ⁵
	p-элемент	p-элемент	p-элемент	p-элемент
Основные степени окисления	-1, 0	-1, 0, +1, +3, +5, +7	-1, 0, +1, +3, +5, +7	-1, 0, +1, +3, +5, +7
Формула высшего оксида	-	Cl ₂ O ₇	Br ₂ O ₅	I ₂ O ₅
Формула водородного соединения	HF	HCl	HBr	HI
Закономерности изменения периодических свойств в VII A группе	· увеличивается радиус атома · уменьшается ЭО · усиливаются кислотные свойства водородных соединений · усиливаются металлические свойства · уменьшаются неметаллические свойства →			

Степени окисления хлора

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
	+7	Cl ₂ O ₇	HClO ₄	NaClO ₄	ClO ₄ ⁻
	+5	-	HClO ₃	NaClO ₃	ClO ₃ ⁻
Cl	+4	ClO ₂	-		
↑↓ ↑↓ ↑	+3	-	HClO ₂	NaClO ₂	ClO ₂ ⁻
↑↓ 3p	+1	Cl ₂ O	HClO	NaClO	ClO ⁻
↑↓ 3s	-1	HCl		NaCl	Cl ⁻
	низшая СО	водородное соединение			

Физические свойства галогенов

Фтор — ядовитый бледно-жёлтый газ с раздражающим запахом



Йод — твёрдое вещество чёрно-серого цвета с металлическим блеском



В газообразном виде — тёмно-фиолетовые пары

Хлор — ядовитый жёлто-зелёный газ с раздражающим запахом



Бром — тяжёлая жидкость красно-бурого цвета с неприятным запахом



Получение галогенов

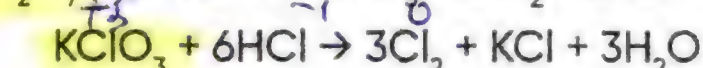
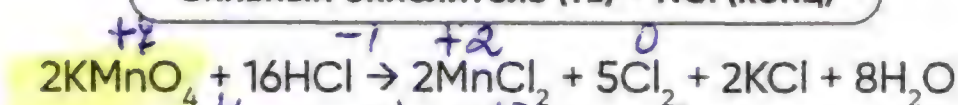
Фтор

Электролиз расплава фторидов

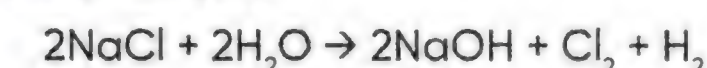


Хлор

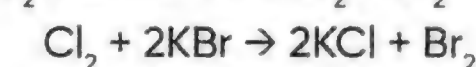
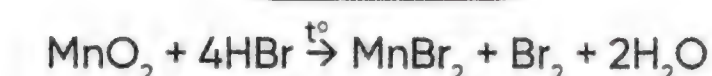
Сильный окислитель (тв) + HCl (конц)



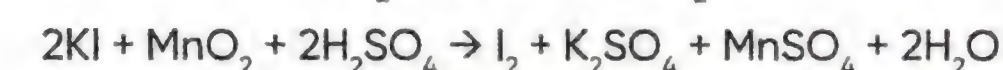
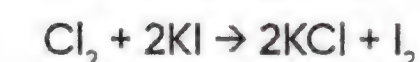
Электролиз раствора хлорида натрия



Бром



Йод



*у галогенов нет NOCa
галогены могут O₂, N₂ и C*

Химические свойства галогенов

Фтор — самый активный неметалл (взаимодействует практически со всеми веществами)

1. Взаимодействие с металлами: $Cl_2 + Cu \xrightarrow{t} CuCl_2$

2. Взаимодействие с кислородом: Только фтор!

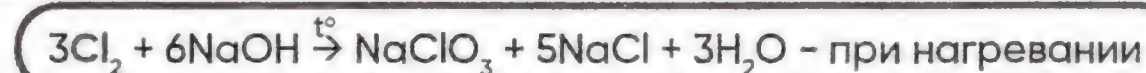
3. Взаимодействие с неметаллами: $Br_2 + H_2 \xrightarrow{h\nu} 2HBr$

4. Взаимодействие с водой: $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$



Горение воды во фторе

5. Взаимодействие со щелочами: $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaClO + NaCl + H_2O$ — без нагревания



6. Реакции замещения: $Cl_2 + H_2S \rightarrow S + 2HCl$

7. Окислительно-восстановительные свойства: $Cl_2 + 2FeCl_2 \rightarrow 2FeCl_3$

Обобщение химических свойств галогенов

Химическое свойство	Пример
Взаимодействие с металлами	$\text{Cl}_2 + \text{Cu} \xrightarrow{t^\circ} \text{CuCl}_2$
Взаимодействие с кислородом	$2\text{F}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{OF}_2$ Остальные галогены не реагируют с кислородом!
Взаимодействие с неметаллами	с водородом $\text{F}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{HF}$ (комнатная t°) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{HCl}$ с серой $\text{S} + 3\text{F}_2 \rightarrow \text{SF}_6$ $\text{S} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{SCl}_2$ $2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S}_2\text{Br}_2$ $\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_2\text{I}_2$ с фосфором $2\text{P} + 5\text{F}_2 \rightarrow 2\text{PF}_5$ $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{(\text{нед})} 2\text{PCl}_3$ $2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \xrightarrow{(\text{изб})} 2\text{PCl}_5$ аналогично с бромом $2\text{P} + 3\text{I}_2 \rightarrow 2\text{PI}_3$ с кремнием $\text{Si} + 2\text{F}_2 \rightarrow \text{SiF}_4$ аналогично с остальными галогенами (только при нагреве)
Взаимодействие с водородом	$\text{Br}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{HBr}$
Взаимодействие с водой	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$ $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HF} + \text{O}_2$
Взаимодействие со щелочами	без нагревания $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ при нагревании $3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{NaClO}_3 + 5\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (аналогично с бромом, у йода только один вариант)
Реакции замещения	$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{S} + 2\text{HCl}$
Окислительно-восстановительные свойства	окислители $\text{Cl}_2 + 2\text{FeCl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$ восстановители $\text{I}_2 + 10\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{HIO}_3 + 10\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Азот и фосфор

Общая характеристика азота и фосфора

Элемент	N	P
Электронная конфигурация внешнего уровня	$2s^2 2p^3$	$3s^2 3p^3$
	p-элемент	p-элемент
Основные степени окисления	-3, 0, +1, +2, +3, +4, +5	-3, 0, +1, +3, +5
Высшая валентность	IV	V (без учёта ДАС)
Формула высшего оксида	N_2O_5	P_2O_5
Формула водородного соединения	NH_3	PH_3

Степени окисления азота

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
+5		N_2O_5	HNO_3	NaNO_3	NO_3^-
+4		NO_2	-		
+3		N_2O_3	HNO_2	NaNO_2	NO_2^-
+2		NO	-		
+1		N_2O	-		
-3	низшая СО	NH_3			

водородное соединение

Max валентность = IV
Max степень окисления = +5

Степени окисления фосфора

	высшая СО	оксид	гидроксид	соль	анион
+5		P_2O_5	HPO_3	NaPO_3	PO_3^-
			H_3PO_4	Na_3PO_4	PO_4^{3-}
+3		P_2O_3	H_3PO_3	Na_2HPO_3	HPO_3^{2-}
+1		-	H_3PO_2	NaH_2PO_2	H_2PO_2^-
-3	низшая СО	PH_3			

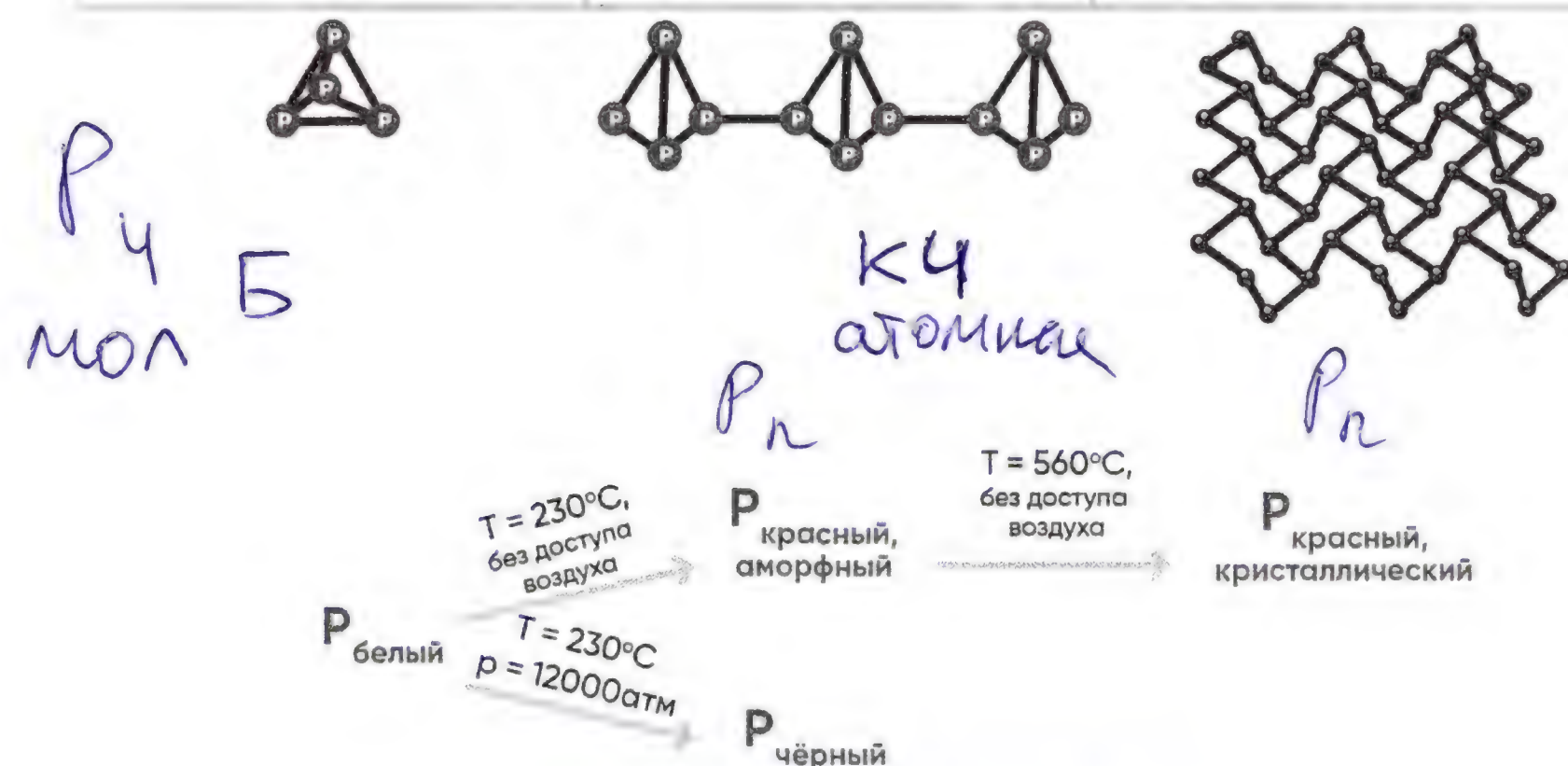
водородное соединение

Физические свойства азота



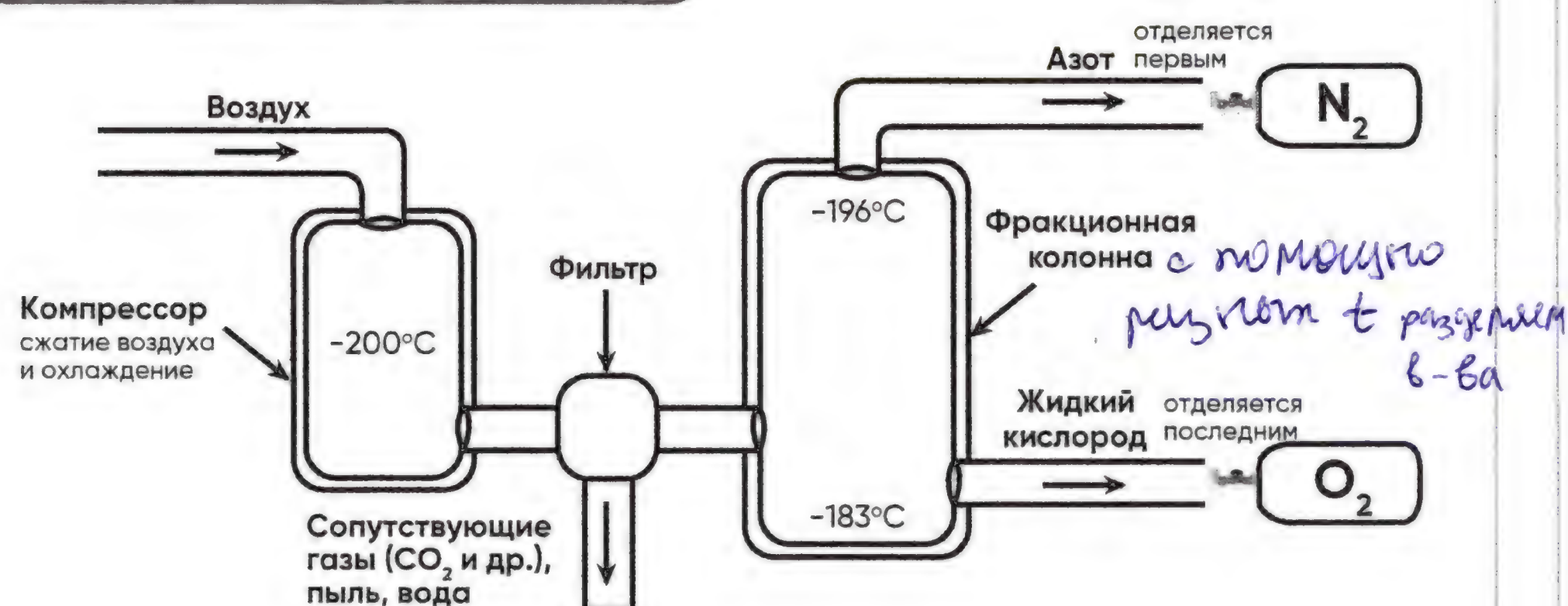
Аллотропные модификации фосфора и их свойства

Белый фосфор	Красный фосфор	Чёрный фосфор
- Белое вещество с желтоватым оттенком из-за наличия примесей - Похож на очищенный воск - Самовоспламеняется на воздухе - Легко режется ножом, быстро деформируется - Светится бледно-зеленым светом - Ядовит, неустойчив и летуч - Молекулярная КР	- Красный порошок с оттенками от пурпурно-красного до фиолетового - Не светится в темноте - Самовоспламеняется при $t = 250^\circ\text{C}$, но только при трении или ударе - Не ядовит, устойчив - Атомная КР	- Чёрное вещество, похож на графит - Имеет металлический блеск - Жирный на ощупь - Горит при $t = 400^\circ\text{C}$ - Проводит электрический ток - Атомная КР



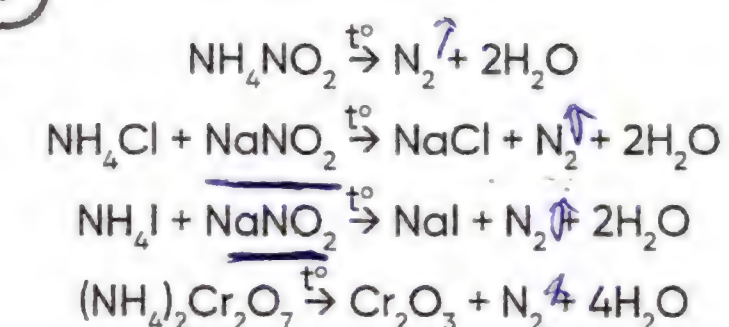
Способы получения азота

1. Фракционная перегонка воздуха:

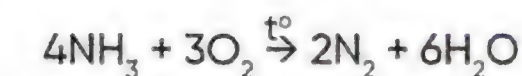


Способы получения азота

2. Разложение солей:

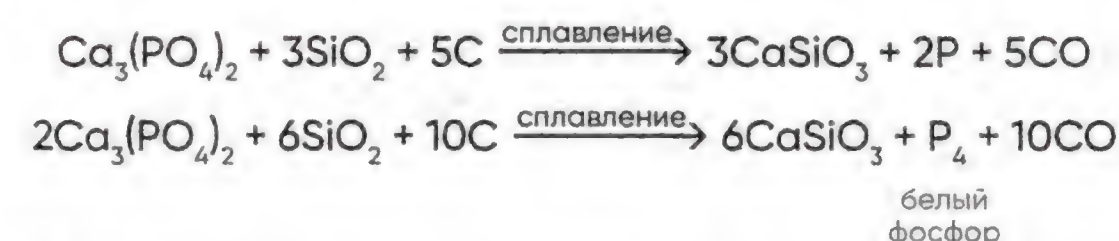


3. Окисление аммиака:



Способы получения фосфора

Сплавление фосфата кальция с коксом и песком:



Химические свойства азота и фосфора

Вещества	N ₂	P
O ₂	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NO} - Q$ $t = 1200^\circ - 1300^\circ\text{C}$ или электрический разряд	$4\text{P} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{P}_2\text{O}_3$ $4\text{P} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{2\text{изб.}} 2\text{P}_2\text{O}_5$
H ₂	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Fe}, t^\circ, p} 2\text{NH}_3$	~~Практически не реагируют~~ По некоторым источникам реакция возможна при высоком давлении и наличии катализатора, и идет с малым выходом
Галогены	Только с F ₂ ! $\text{N}_2 + 3\text{F}_2 \rightarrow 2\text{NF}_3$	$2\text{P} + 3\text{Br}_2 \xrightarrow{2\text{нед.}} 2\text{PBr}_3$ $2\text{P} + 5\text{Br}_2 \xrightarrow{2\text{изб.}} 2\text{PBr}_5$ $2\text{P} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{2\text{нед.}} 2\text{PCl}_3$ $2\text{P} + 5\text{Cl}_2 \xrightarrow{2\text{изб.}} 2\text{PCl}_5$ $2\text{P} + 3\text{I}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{PI}_3$
S	Не реагирует!	$2\text{P} + 3\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{P}_2\text{S}_3$ $2\text{P} + 5\text{S} \xrightarrow{t^\circ} \text{P}_2\text{S}_5$

Вещества	N ₂	P
Металлы	$6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$ При комнатной температуре! $3\text{Mg} + \text{N}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Mg}_3\text{N}_2$	$3\text{Na} + \text{P} \xrightarrow{t^\circ} \text{Na}_3\text{P}$ $2\text{P} + 3\text{Mg} \xrightarrow{t^\circ} \text{Mg}_3\text{P}_2$
H ₂ O	Не реагирует!	$4\text{P} + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ} \text{PH}_3 + 3\text{H}_3\text{PO}_2$
Щелочи	Не реагирует!	$4\text{P} + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_3\uparrow + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$
Кислоты-окислители	Не реагирует!	$\text{P} + 5\text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{P} + 5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
Некоторые соли-окислители	Не реагирует!	$6\text{P} + 5\text{KClO}_3 \rightarrow 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5$

Сера и кислород

Общая характеристика кислорода и серы

элемент	O	S
Электронная конфигурация внешнего уровня	2s ² 2p ⁴	3s ² 3p ⁴
p-элемент		
Высшая валентность	II (без учёта ДАС)	VI
Основные степени окисления	-2, -1, 0, +1, +2	-2, -1, 0, +4, +6
Формула высшего оксида	-	SO ₃
Формула водородного соединения	H ₂ O	H ₂ S

Степени окисления кислорода

	высшая СО	+2	OF ₂
		+1	O ₂ F ₂
		0	O ₂
		-1	H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂ (пероксиды)
	низшая СО	-2	CO, CO ₂ , Na ₂ O (оксиды) H ₂ O
			водородное соединение

Степени окисления серы

	высшая СО	+6	оксид SO ₃	гидроксид H ₂ SO ₄	соль K ₂ SO ₄	анион SO ₄ ²⁻
		+4	SO ₂	H ₂ SO ₃	K ₂ SO ₃	SO ₃ ²⁻
	низшая СО	-2	H ₂ S	-	K ₂ S	S ²⁻
			водородное соединение			

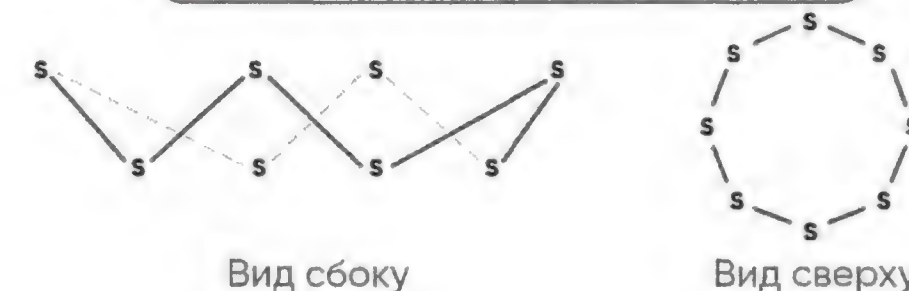
Физические свойства кислорода

Кислород O ₂	Озон O ₃
- бесцветный газ без запаха и вкуса - плохо растворим в воде - t кип. = -183°C (переходит в жидкость голубого цвета) - t плав. = -219°C (переходит в твердое вещество синего цвета)	- аллотропная модификация кислорода - ядовитый газ голубого цвета - почти в 10 раз лучше растворим в воде, чем кислород - при t = -112°C превращается в фиолетовую жидкость

Аллотропные модификации серы

Сера – твёрдое вещество жёлтого цвета, нерастворимое в воде при обычных условиях.

Моноклинная и ромбическая сера



Устойчива при t_{комн.}, легкоплавкая Неустойчива при t_{комн.}, постепенно переходит в ромбическую

Пластическая сера

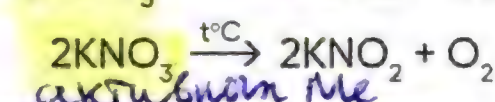
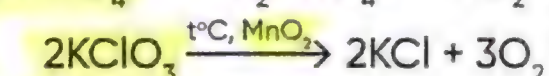


Обладает резиноподобной структурой, состоящей из полимерных цепочек, со временем переходит в ромбическую серу

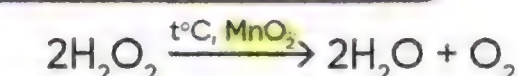
Способы получения кислорода

1. Перегонка жидкого воздуха

2. Термическое разложение солей

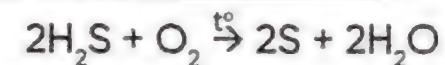


3. Термическое разложение пероксида водорода

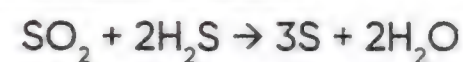


Способы получения серы

1. Неполное окисление сероводорода кислородом:



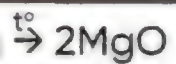
2. Окисление сероводорода сернистым газом:



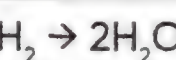
3. Добыча самородной серы

Химические свойства кислорода

1. Взаимодействие с металлами: $O_2 + 2Mg \xrightarrow{t^o} 2MgO$



2. Взаимодействие с неметаллами: $O_2 + 2H_2 \rightarrow 2H_2O$

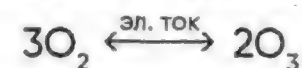


3. Взаимодействие со сложными веществами: $2\text{O}_2 + \text{SiC} \xrightarrow{t^\circ} \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$

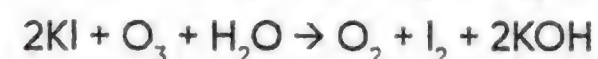
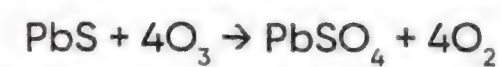


Кратко об озоне

В промышленности озон получают в специальных устройствах, называемых озонаторами:



Химические свойства озона



качественная реакция
на озон – жёлто-коричневое
окрашивание

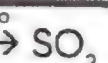
Озон – сильный окислитель!

Химические свойства серы

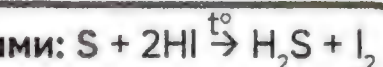
1. Взаимодействие с металлами: $S + Fe \xrightarrow{t^o} FeS$



2. Взаимодействие с неметаллами: $S + O_2 \xrightarrow{t^o} SO_2$



3. Взаимодействие со сложными веществами: $S + 2HI \xrightarrow{t^o} H_2S + I_2$



Обобщение химических свойств кислорода

Химическое свойство	Пример
Взаимодействие с металлами	$\text{O}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{MgO}$ с Ag, Au и платиновыми металлами не реагирует!
Взаимодействие с неметаллами	$\text{O}_2 + \text{N}_2 \xrightarrow{t^\circ} 2\text{NO}$ с инертными газами не реагирует! $\text{O}_2 + 2\text{F}_2 \rightarrow 2\text{OF}_2$ с остальными галогенами не реагирует!
Взаимодействие со сложными веществами	$\text{O}_2 + 2\text{CO} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{CO}_2$ $\text{O}_2 + 4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ $3\text{O}_2 + 2\text{ZnS} \xrightarrow{t^\circ} 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$ $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 6\text{H}_2\text{O} + 2\text{N}_2$ $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{kat}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{O}_2 + \text{SiC} \xrightarrow{t^\circ} \text{SiO}_2 + \text{CO}_2$ $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$

Обобщение химических свойств серы

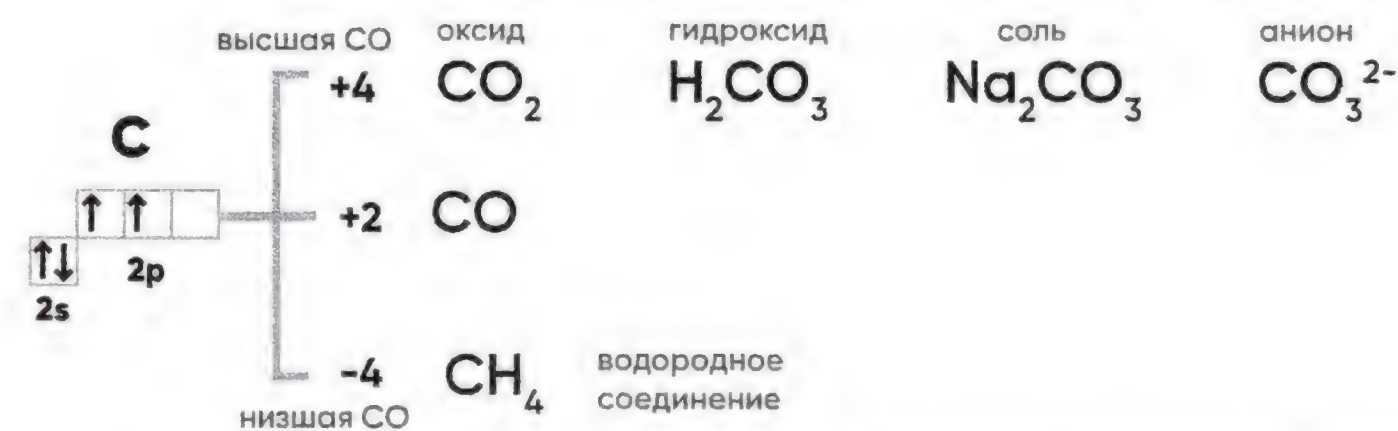
Химическое свойство	Пример
Взаимодействие с металлами	$S + 2Na \rightarrow Na_2S$ со ЩМ, кроме Li, без нагревания с Au не реагирует
Взаимодействие с неметаллами	$S + H_2 \xrightarrow{t^\circ} H_2S$ с I_2 и N_2 не реагирует
Взаимодействие со сложными веществами	$S + 2H_2SO_4 \rightarrow 3SO_2 + 2H_2O$ $3S + 6NaOH \rightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$

Углерод и кремний

Общая характеристика углерода и кремния

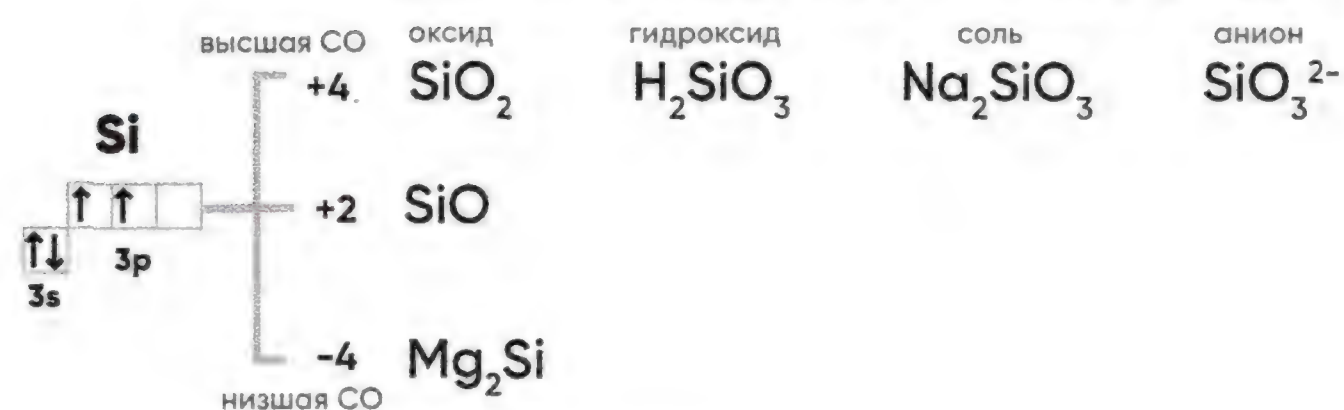
элемент	C	Si
Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня	$2s^2 2p^2$	$3s^2 3p^2$
	р-элемент	р-элемент
Основные степени окисления	В неорганике: -4, 0, +2, +4 В органике: -4, -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4	-4, 0, +2, +4
Высшая валентность	IV	IV
Формула высшего оксида	CO_2	SiO_2
Формула водородного соединения	CH_4	SiH_4

Степени окисления углерода



Степени окисления углерода								
-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
• метан CH_4	• этанол $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$	• метанол $\text{CH}_3 - \text{OH}$	• этанол $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$	• формаль- дегид $\text{H} - \text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{smallmatrix}$	• ацеталь- дегид $\text{CH}_3\text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{smallmatrix}$	• угарный газ CO	• уксусная кислота $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{OH} \end{smallmatrix}$	• углекис- лый газ CO_2
• карбиды Al_4C_3 SiC	• этан $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$	• этилен $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$				• ацетон $\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{CH}_3$		• тетра- хлорид углерода CCl_4
								• фосген COCl_2

Степени окисления кремния

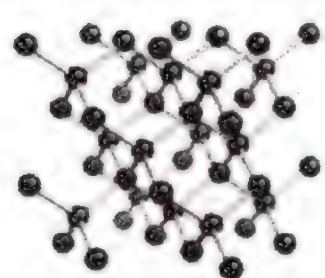


Водородное соединение – SiH_4 (?)

Аллотропные модификации углерода

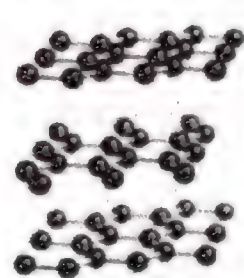
C

алмаз
(кубический)



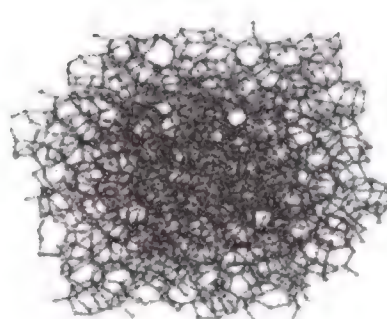
Одно из самых твёрдых веществ, но хрупкий

графит

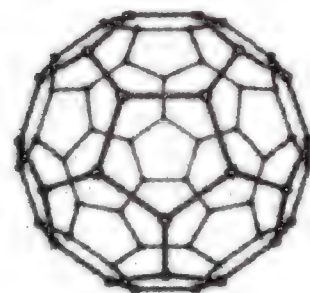


Хорошо проводит электрический ток

аморфный
углерод



фуллерен

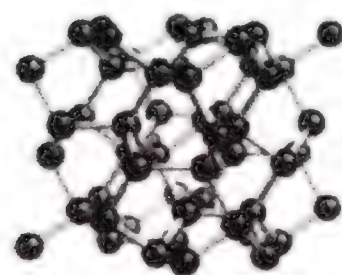


C_{60} , характерно молекулярное строение

Аллотропные модификации углерода

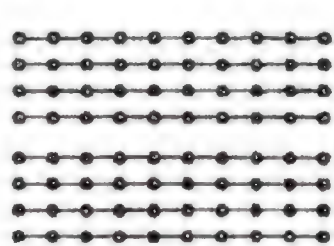
C

Гексагональный
алмаз –
Лонсдейлит



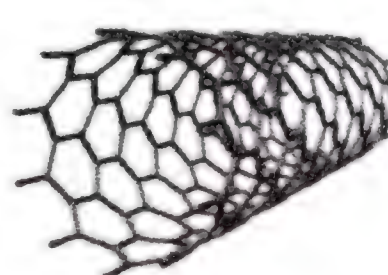
Мелкие кристаллы, видимые только под микроскопом

Карбин



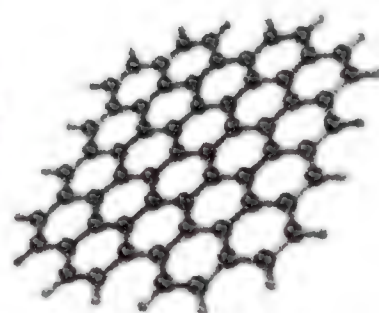
Порошок чёрного цвета, полупроводник

Однослойная
углеродная
нанотрубка



Обладает высокой прочностью, полупроводник

Графен



Обладает рекордно высокой теплопроводностью

Аллотропные модификации кремния

Si

Аморфный кремний

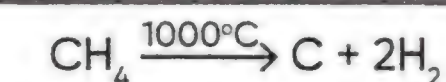
Кристаллический кремний

Порошок бурого цвета, более реакционно способен, чем кристаллический кремний

Вещество тёмно-серого цвета с металлическим блеском

Способы получения углерода

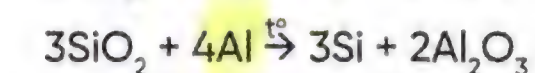
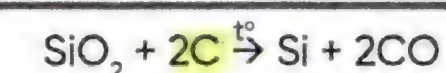
• Крекинг природного газа (метана)



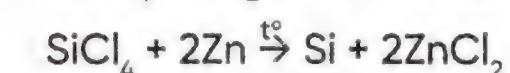
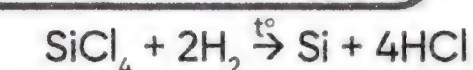
• Из древесного и каменного угля

Способы получения кремния

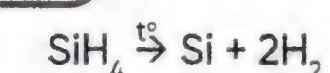
а) восстановление оксида кремния металлами и углём:



б) восстановление паров тетрахлорида кремния:



в) термическое разложение силана:



Химические свойства углерода и кремния

Вещества	C	Si
O ₂	$2C + O_2 \xrightarrow{t^o} 2CO \uparrow$ $C + O_2 \xrightarrow{2 \text{ (нед.)}} CO_2 \uparrow$ $C + O_2 \xrightarrow{2 \text{ (изб.)}} CO_2 \uparrow$	$2Si + O_2 \xrightarrow{t^o} 2SiO$ $Si + O_2 \xrightarrow{2 \text{ (нед.)}} SiO_2$ $Si + O_2 \xrightarrow{2 \text{ (изб.)}} SiO_2$
H ₂	$C + 2H_2 \xrightarrow{t^o, kat} CH_4 \uparrow$	Не реагирует! <i>ак Р</i>
Галогены	Только с F ₂ ! $C + 2F_2 \rightarrow CF_4 \uparrow$	Без нагревания: $Si + 2F_2 \rightarrow SiF_4$ при нагревании: $Si + 2Cl_2 \xrightarrow{t^o} SiCl_4$ $Si + 2Br_2 \xrightarrow{t^o} SiBr_4$ $Si + 2I_2 \xrightarrow{t^o} SiI_4$
Другие неметаллы	$C + 2S \xrightarrow{t^o} CS_2$ $Si + C \xrightarrow{t^o} SiC$ $2C + N_2 \xrightarrow{t^o} C_2N_2$	$Si + 2S \xrightarrow{t^o} SiS_2$ $3Si + 2N_2 \xrightarrow{t^o} Si_3N_4$ $C + Si \xrightarrow{t^o} SiC$
Металлы	ЩМ, ЩЗМ, Al, Mg, Fe и др. $Ca + 2C \xrightarrow{t^o} CaC_2$ $4Al + 3C \xrightarrow{t^o} Al_4C_3$	ЩМ, ЩЗМ и др. $2Ca + Si \xrightarrow{t^o} Ca_2Si$ $Si + 2Mg \xrightarrow{t^o} Mg_2Si$
Оксиды металлов	До карбидов: $9C + 2Al_2O_3 \xrightarrow{t^o} Al_4C_3 + 6CO$ $CaO + 3C \xrightarrow{t^o} CaC_2 + CO$ До металла или оксидов с меньшей СО: $ZnO + C \xrightarrow{t^o} CO + Zn$ $Fe_2O_3 + 3C \xrightarrow{t^o} 3CO + 2Fe$ $2Fe_2O_3 + C \xrightarrow{t^o} 4FeO + CO_2$ $3Fe_2O_3 + C \xrightarrow{t^o} 2Fe_3O_4 + CO$ $CuO + C \xrightarrow{t^o} Cu + CO$ $PbO + C \xrightarrow{t^o} Pb + CO$	—

Вещества	C	Si
Оксиды неметаллов	$C + CO_2 \xrightarrow{t^o} 2CO \uparrow$ $2C + SiO_2 \xrightarrow{t^o} 2CO \uparrow + Si$ $3C + SiO_2 \xrightarrow{t^o} 2CO \uparrow + SiC$	$SiO_2 + Si \rightarrow 2SiO$
H ₂ O	$C + H_2O_{(пар)} \rightarrow CO \uparrow + H_2 \uparrow$	$Si + 2H_2O_{(пар)} \rightarrow SiO_2 + 2H_2$
Щелочи	Не реагирует!	При нагревании: $Si + 2NaOH + H_2O \xrightarrow{t^o} Na_2SiO_3 + 2H_2 \uparrow$
Кислоты-окислители	$C + 2H_2SO_{4 \text{ (конц)}} \rightarrow CO_2 \uparrow + 2SO_2 \uparrow + 2H_2O$ $C + 4HNO_{3 \text{ (конц)}} \rightarrow CO_2 \uparrow + 4NO_2 \uparrow + 2H_2O$	$Si + HNO_3 \rightarrow$ не реагирует! Не взаимодействует с кислотами, но растворяется в смеси азотной и фтороводородной кислот $3Si + 4HNO_3 + 18HF \rightarrow 3H_2[SiF_6] + 4NO + 8H_2O$
Специфические реакции	$Ca_3(PO_4)_2 + 5C + 3SiO_2 \xrightarrow{t^o} 2P + 5CO + 3CaSiO_3$ $2Ca_3(PO_4)_2 + 10C + 6SiO_2 \xrightarrow{t^o} P_4 + 10CO + 6CaSiO_3$ $P_4 + 10CO + 6CaSiO_3$ $BaSO_4 + 4C \xrightarrow{t^o} BaS + 4CO$ $Na_2SO_4 + 4C \xrightarrow{t^o} Na_2S + 4CO$	

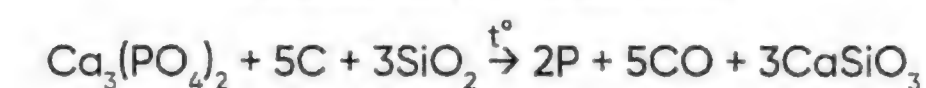
Возможно образование SiF₄, если:

- кислоты очень концентрированные (мало воды);
- кремний реагирует с газообразным фтороводородом.

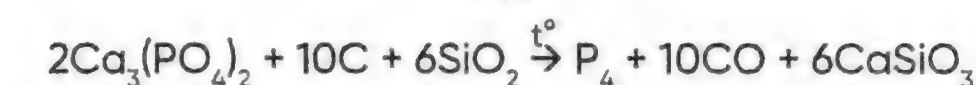
Реакции, которые нужно знать!

Реакция с Ca₃(PO₄)₂ и SiO₂

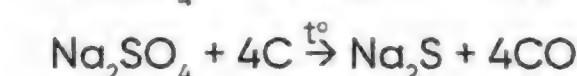
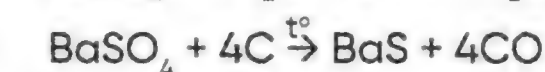
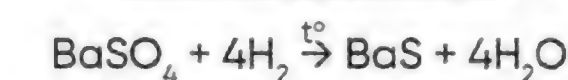
Реакция получения фосфора



или



надо знать для ЕГЭ:



Задание 1 (6 КИМ)

В одну из пробирок с красно-бурой жидкостью прилили раствор гидроксида натрия и нагрели, при этом образовалось кислородсодержащее вещество **X**. Во вторую пробирку добавили железо, при этом образовалось вещество **Y**. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

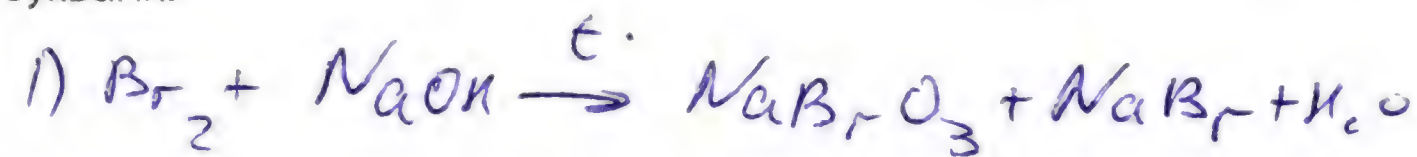
1. FeBr₂

2. NaBrO

3. FeBr₃

4. NaBr

5. NaBrO₃



Ответ:

X	Y
5	3

Задание 2 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами **X** и **Y**.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

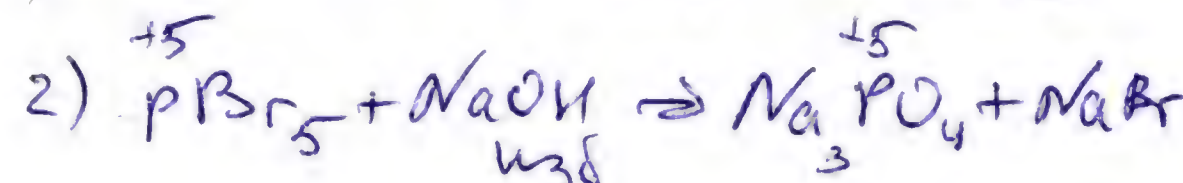
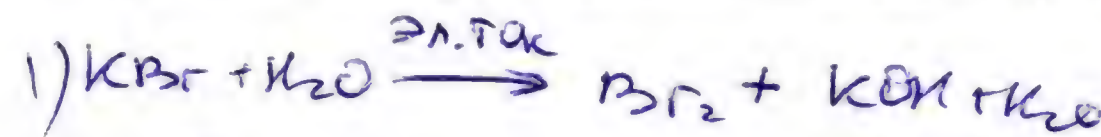
1. Na₂HPO₄

2. H₃PO₄

3. Na₃PO₄

4. HBr

5. Br₂



Ответ:

X	Y
5	3

Задание 3 (8 КИМ)

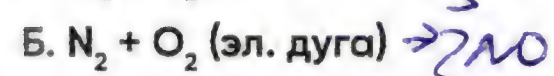
Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукты реакции



1. Mg₃N₂



2. NO



3. N₂O



4. Li₃N

5. NO₂

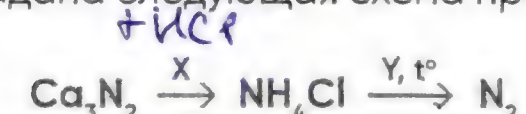
6. NH₃

Ответ:

A	Б	В	Г
6	2	4	1

Задание 4 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами **X** и **Y**.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

1. Cl₂

2. KCl

3. HCl

4. KNO₂

5. H₂O



Ответ:

X	Y
3	

Задание 5 (6 КИМ)

Даны две пробирки с твердым веществом **X**. В одну из них добавили раствор щелочи, при этом наблюдали выделение бесцветного газа. В другую прилили концентрированный раствор вещества **Y** и нагрели. При этом выделился также бесцветный газ, а в образовавшемся растворе при этом не было обнаружено соли. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

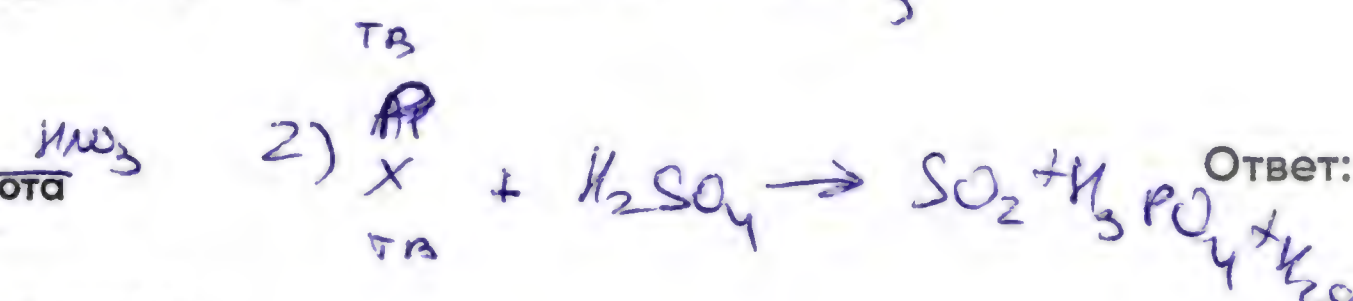
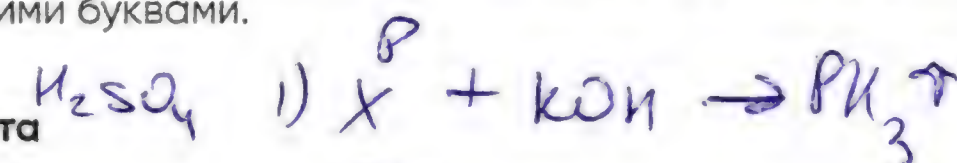
1. серная кислота

2. фосфор

3. алюминий

4. азотная кислота

5. йод



Ответ:

X	Y
2	1

Задание 6 (8 КИМ)

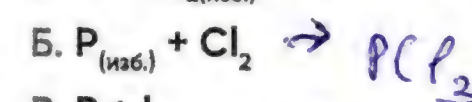
Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

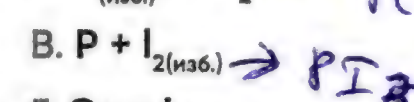
Продукты реакции



1. PI₅



2. CuI



3. PI₃



4. PCl₅

Ответ:

A	Б	В	Г
4	5	3	2

Задание 7 (6 КИМ)

Даны две пробирки с веществом **X**. В одну пробирку добавили раствор гидроксида калия, при этом наблюдали растворение вещества **X**. Во вторую пробирку прилили раствор вещества **Y**, при этом выделился только один бесцветный газ с резким запахом. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

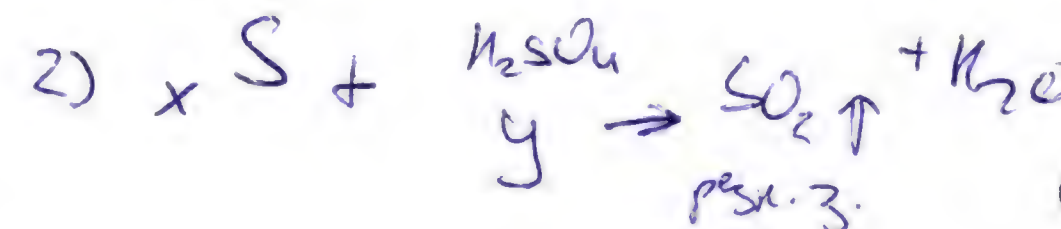
1. S

2. S

3. H₂SO₄ (конц.)

4. HNO₃ (конц.)

5. S

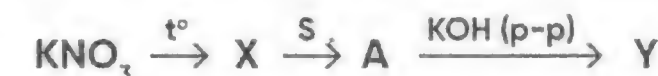


Ответ:

X	Y
5	3

Задание 8 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами **X** и **Y**.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

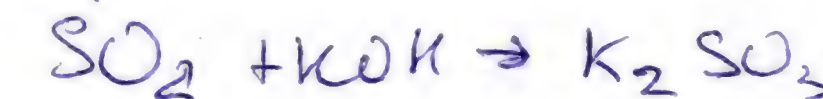
1. K₂S

2. O₂

3. K₂SO₄

4. KNO₂

5. K₂SO₃



Ответ:

X	Y
2	5

Задание 9 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукты

- А. NH_3 и O_2 (кат) $\rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
 Б. H_2S и O_2 (нед) $\rightarrow$
 В. NH_3 и O_2 $\rightarrow \text{N} + \text{H}_2\text{O}$
 Г. SO_2 и H_2S $\rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

1. SO_2 , H_2O
 2. N_2 , H_2O
 3. NO_2 , H_2O
 4. NO , H_2O
 5. S , H_2O
 6. SO_3 , H_2O

Ответ:

А	Б	В	Г
4	5	2	5

Задание 10 (8 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

Продукты

- А. Fe и O_2 (изб) $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
 Б. FeS_2 и O_2 (изб) $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$
 В. Fe_3O_4 и O_2 (изб) $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$
 Г. FeS и O_2 (изб) $\rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$

1. Fe_3O_4
 2. FeO
 3. Fe_2O_3 , SO_2
 4. Fe_2O_3
 5. Fe_2O_3 , SO_3
 6. FeSO_4

Ответ:

А	Б	В	Г
4	3	4	3

Задание 11 (6 КИМ)

Даны две пробирки с тёмно-серыми твёрдыми веществами **X** и **Y**. В пробирку с веществом **X** прилили концентрированный раствор азотной кислоты и наблюдали выделение газа с характерным цветом. В другую пробирку с веществом **Y** прилили раствор едкого натра, и наблюдали выделение пузырьков бесцветного газа. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

1. ~~Au~~

2. ~~S~~

3. ~~Cu~~

4. C

5. Si

Ответ:

X	Y
4	5

Задание 12 (9 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами **X** и **Y**.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

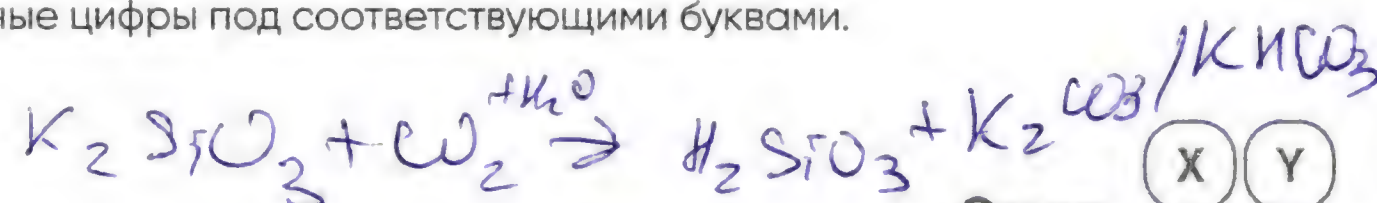
1. карбид калия

2. кремниевая кислота

3. кислород

4. силицид калия

5. гидроксид калия

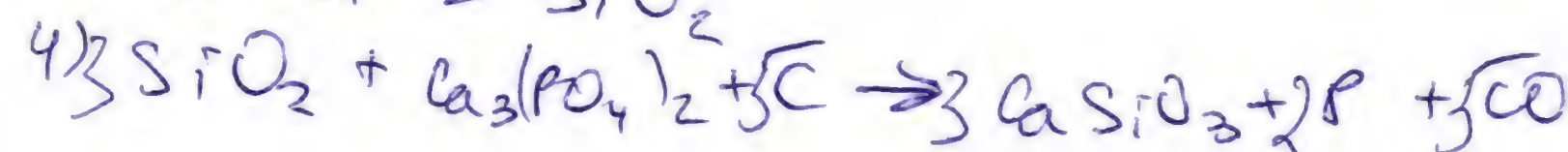
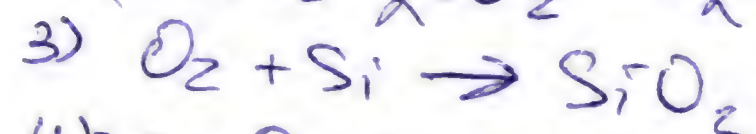


Ответ:

X	Y
3	2

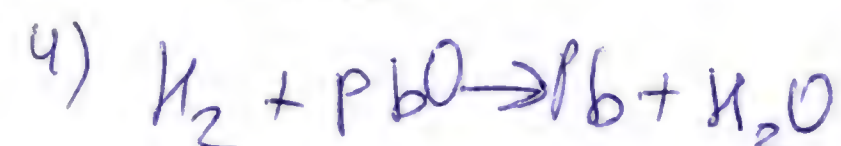
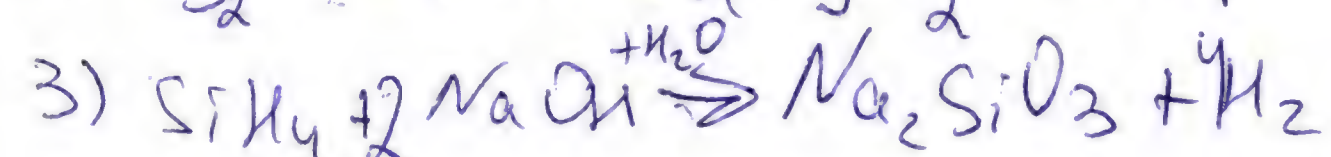
Задание 13 (31 КИМ)

Натрий сожгли в кислороде. Полученное вещество нагрели с диоксидом углерода. Газообразный продукт реакции нагрели с кремнием. Образующееся вещество прокалили со смесью фосфата кальция и угля. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



Задание 14 (31 КИМ)

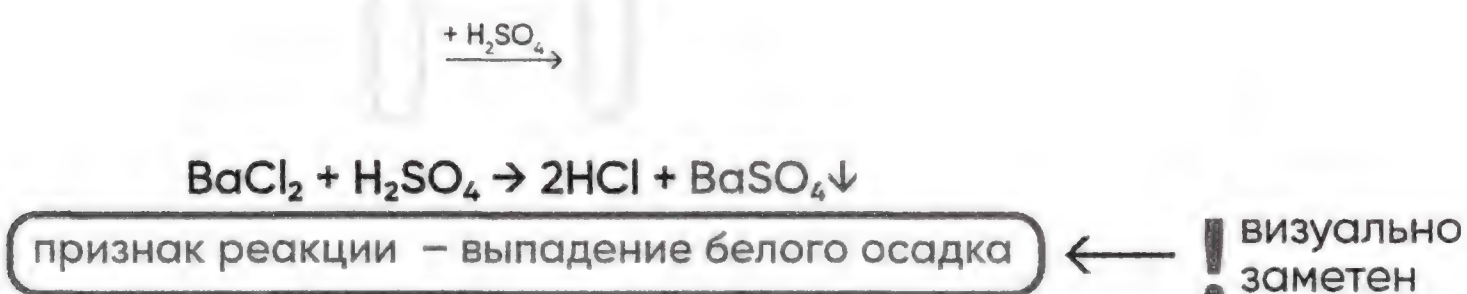
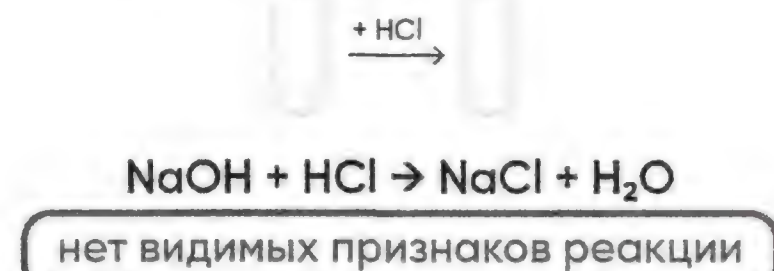
Магний сплавляли с кремнием. Образовавшееся вещество обработали раствором соляной кислоты. Газ, выделяющийся в ходе реакции, собрали и пропустили через водный раствор гидроксида натрия. Образовавшееся газообразное вещество пропустили через трубку с раскалённым оксидом свинца (II). Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.



Качественные реакции в неорганике. Практика по заданиям 6, 24, 31.

Качественная реакция

Качественная реакция — это реакция, позволяющая доказать наличие иона (или функциональной группы) в соединении.



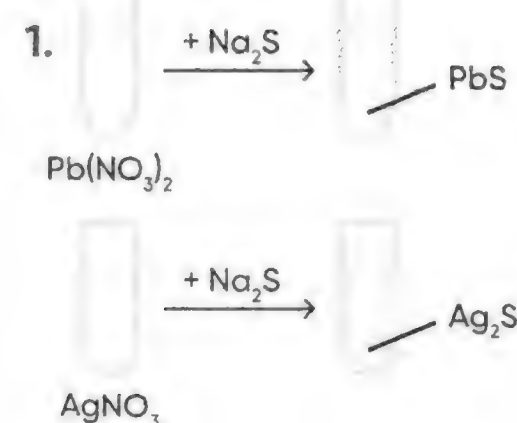
Характерные признаки протекания реакции

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| 1. Образование осадков | 4. Выделение газов |
| 2. Растворение веществ | 5. Изменение запаха |
| 3. Появление (изменение) окраски | 6. Окраска пламени |

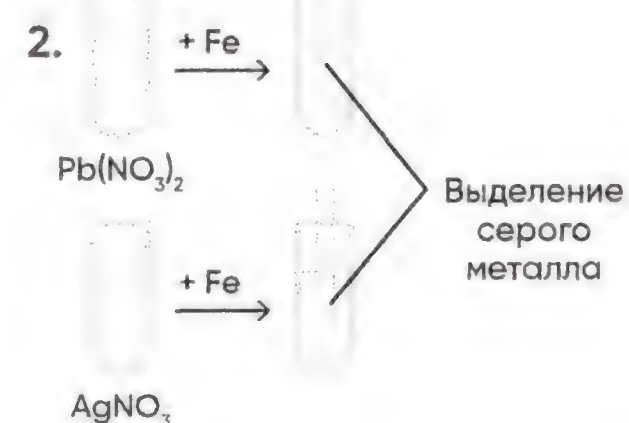
Окраска пламени



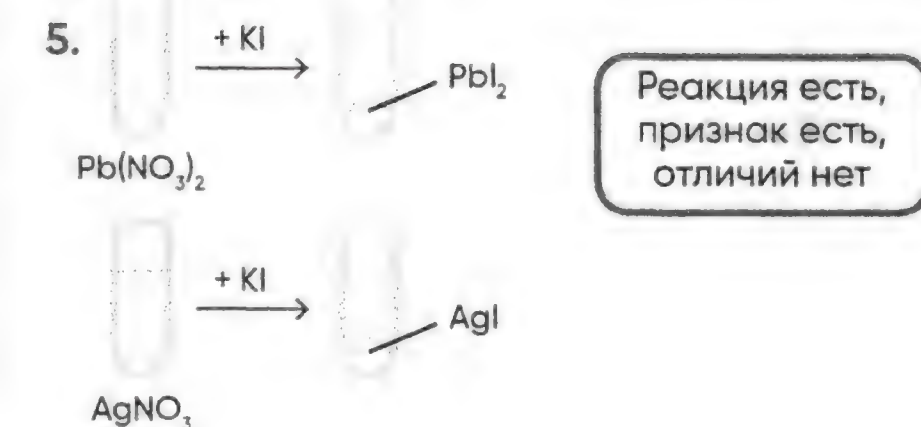
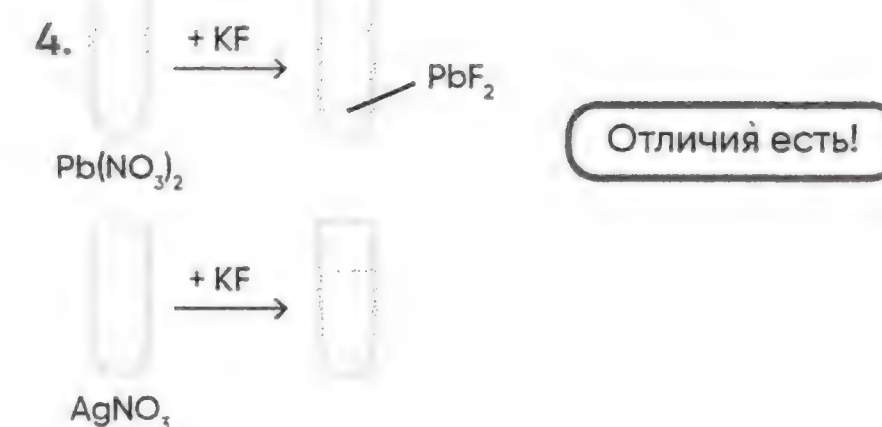
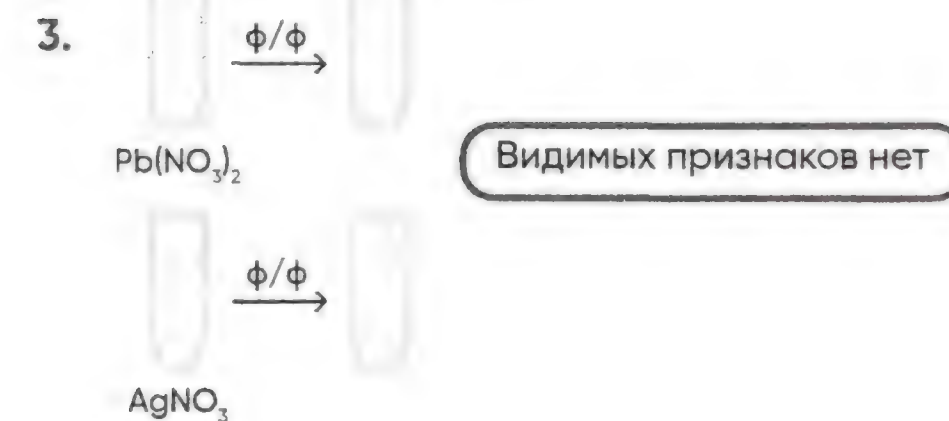
1. $\text{Na}_2\text{S}_{(p-p)}$
2. Fe
3. Фенолфталеин
4. $\text{KF}_{(p-p)}$
5. $\text{KI}_{(p-p)}$



Реакция есть, признак есть, отличий нет



Реакция есть, признак есть, отличий нет



Задание 1 (24 КИМ)

Установите соответствие между двумя веществами, взятыми в виде водных растворов, и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

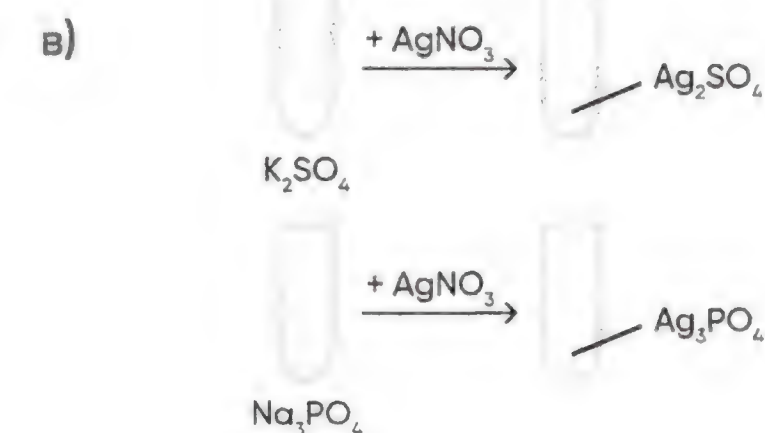
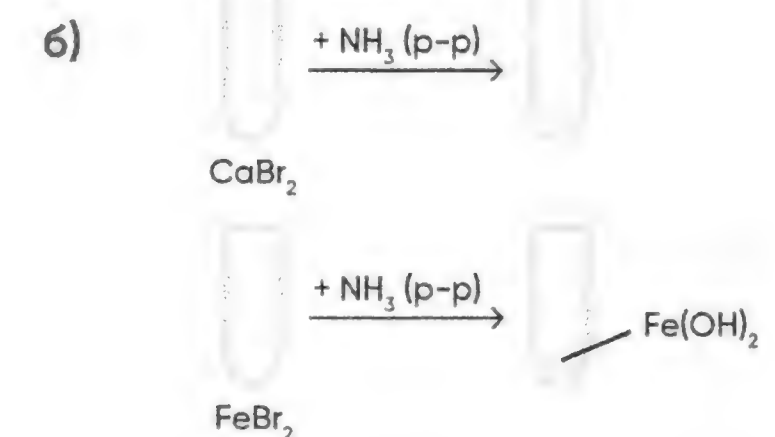
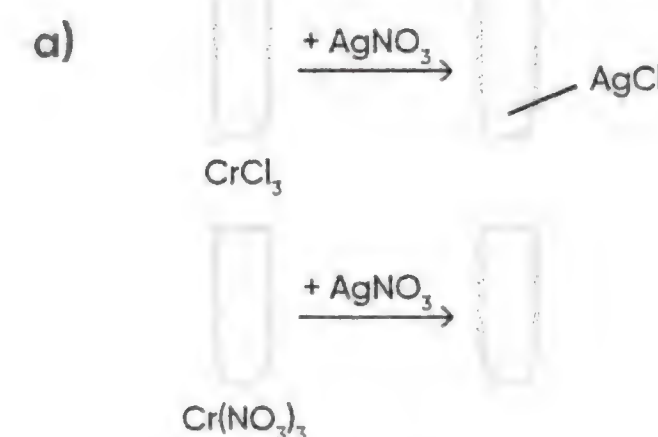
- А. CrCl_3 и $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$
Б. CaBr_2 и FeBr_2
В. K_2SO_4 и Na_3PO_4
Г. HCl и NaCl

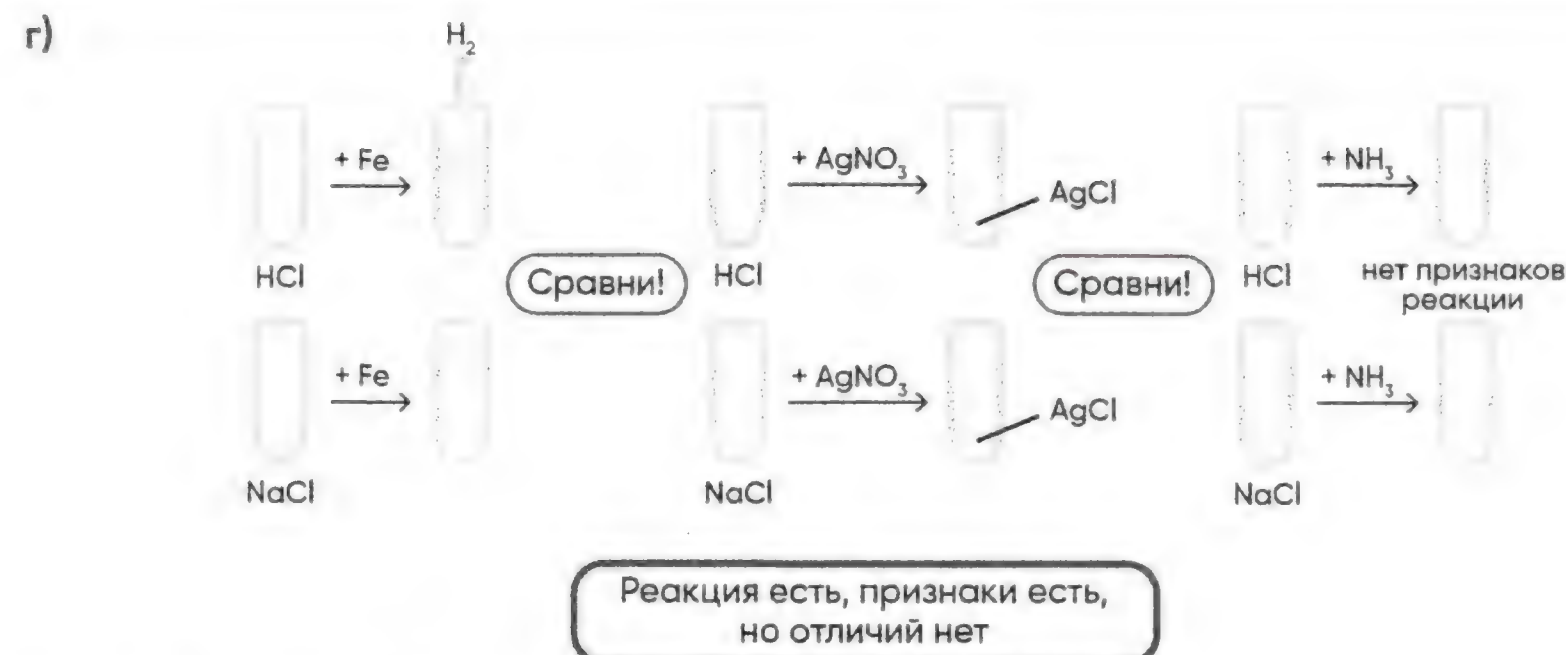
Реактив

1. KCl
2. NH_3 (водн. р-р)
3. Fe
4. AgNO_3
5. HCl

Ответ:

А Б В Г
4 2 4 3





Задание 2 (24 КИМ)

Установите соответствие между двумя веществами, данными в виде водных растворов, и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

А. ZnCl_2 и MgCl_2

Б. MgCl_2 и MgI_2

В. NH_4Cl и NaCl

Г. CuCl_2 и CuSO_4

Реактив

1. $\text{Cl}_{2(\text{p-p})}$

2. HCl

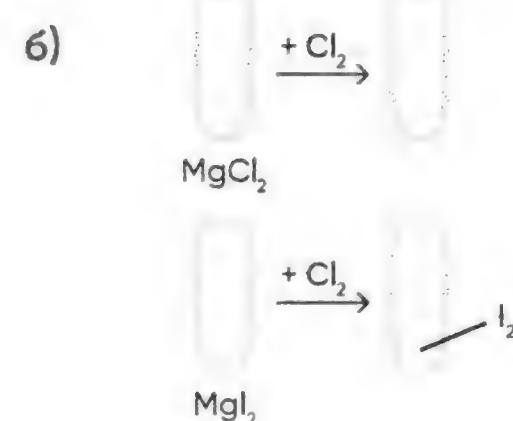
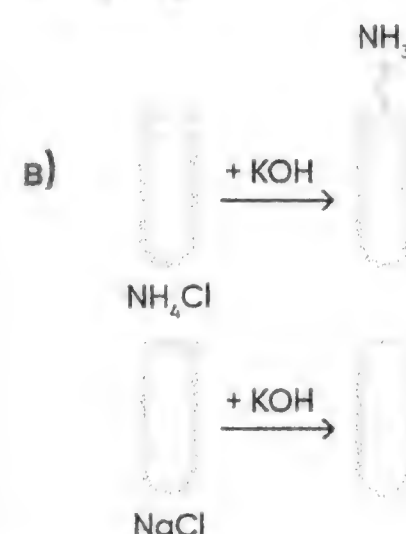
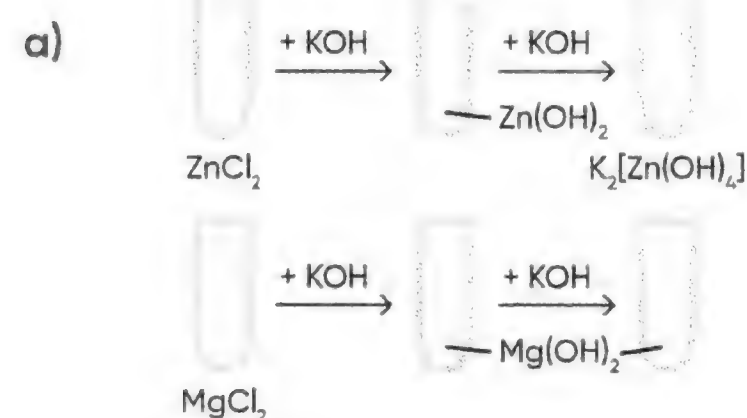
3. BaCl_2

4. KOH

5. H_3PO_4

Ответ:

А Б В Г
4 1 4 3



Задание 3 (6 КИМ)

В пробирку с раствором соли **X** добавили избыток раствора щелочи и наблюдали выпадение белого осадка. В другую пробирку с раствором соли **Y** приливали по каплям раствор щелочи и наблюдали выпадение белого осадка с последующим его растворением при добавлении избытка щелочи. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

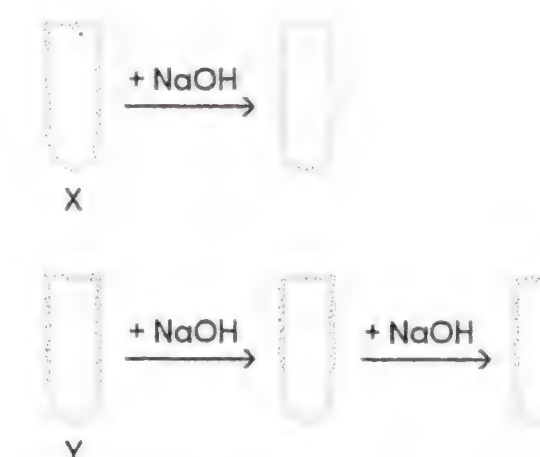
1. FeCl_3

2. ZnCl_2

3. MgCl_2

4. KCl

5. NaNO_3



Ответ:

X Y
3 2

Окраска некоторых твёрдых веществ

Цвет	Вещества
Голубой	Cu(OH)_2
Чёрный	CuS (нерастворим в кислотах) FeS Fe_3O_4 PbS (нерастворим в кислотах) Ag_2S (нерастворим в кислотах) CuO Ag_2O (тёмно-бурый)
Бурый (коричневый)	Fe(OH)_3 MnO_2 I_2 (раствор)
Серо-зелёный	Fe(OH)_2 Cr(OH)_3
Белый	Ag_2SO_4 AgCl (творожистый) BaSO_4 (нерастворим в кислотах) Li_3PO_4 BaCO_3 $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ CaCO_3 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ MgCO_3 $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ Zn(OH)_2 (растворим в избытке щёлочи) ZnCO_3 Al(OH)_3 (растворим в избытке щёлочи) AlPO_4 CuCl CuI
Жёлтый	AgBr (желтоватый, нерастворим в кислотах) AgI (нерастворим в кислотах) Ag_3PO_4 PbI_2
Красный	Cu_2O Cu

Соли, растворимые в кислотах	Соли, нерастворимые в обычных кислотах
FeS	AgCl
MgS	AgBr
ZnS	AgI
BaCO ₃	Ag ₂ S
CaCO ₃	CuS
MgCO ₃	PbS
Ca ₃ (PO ₄) ₂	HgS
Ag ₃ PO ₄	BaSO ₄
...	...

Окраска некоторых растворов

Цвет	Рисунок	Формула катиона	Цвет	Рисунок	Формула катиона
Голубой		Cu ²⁺	Тёмно-жёлтый		Fe ³⁺
Синий		[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺	Оранжевый		Cr ₂ O ₇ ²⁻
Зелёный		Cr ³⁺ [Cr(OH) ₆] ³⁻ Fe ²⁺ (бледно-зелёный) MnO ₄ ²⁻	Жёлтый		CrO ₄ ²⁻
Бледно-розовый		Mn ²⁺ (разбавленный – почти бесцветный)	Розовый (малиновый)		MnO ₄ ⁻

Описание газов

бесцветный газ без запаха Азот N ₂	бесцветный газ с приятным сладковатым запахом N ₂ O	газ без цвета и запаха NO	бурый газ с резким запахом NO ₂	бесцветный газ с резким характерным запахом Аммиак NH ₃	жёлто-зелёный газ с резким удушливым запахом Cl ₂	запах тухлых яиц H ₂ S
бесцветный газ с характерным резким запахом токсичен SO ₂	газ без цвета, запаха и вкуса Водород H ₂	бесцветный газ без запаха CO ₂	бесцветный газ без запаха Кислород O ₂	голубой ядовитый газ, резкий специфический запах Озон O ₃	бесцветный чрезвычайно токсичный и удушливый газ с запахом прелого сена Фосген – COCl ₂	

Описание некоторых простых веществ

красновато-розовый металл – Cu	красно-бурая жидкость Br ₂	фиолетово-чёрные кристаллы с металлическим блеском	жидкий металл – Hg	жёлтое аморфное вещество – S
	бромная вода	в этаноле – коричневый раствор I ₂ в воде – коричневый осадок		

Окраска индикаторов

Окраска индикаторов в различных средах			
Индикаторы	Среда		
	Кислая pH < 7	Нейтральная pH = 7	Щелочная pH > 7
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Метилоранж	красный	оранжевый	жёлтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый

Важно!
Фенолфталеин не отличает нейтральную и кислую среды

Особенные соли

На ЕГЭ эти соли не дают!

NaHSO₃ – кислая среда
NaH₂PO₄ – кислая среда
AgNO₃ – нейтральная среда
AgF – щелочная среда

Эти соли могут дать!

Na₂HPO₄ – щелочная среда
KHCO₃ – щелочная среда
NaHSO₄ – кислая среда

Качественные реакции на катионы			
NH_4^+	OH^-	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	выделение газа с резким запахом: при поднесении влажной бумажки, пропитанной лакмусом (или фенолфталеином), окрашивание в синий (или малиновый) цвет
Ca^{2+}	CO_3^{2-}	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow$	белый осадок (легкорастворимый в сильной кислоте с выделением пузырьков углекислого газа)
Ba^{2+} Sr^{2+}	SO_4^{2-}	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$	белый осадок (сульфат бария нерастворим в кислотах)
Ag^+	OH^-	$2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	бурый осадок
	Cl^-	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	белый творожистый осадок
	Br^-	$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}\downarrow$	светло-жёлтый осадок
	I^-	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}\downarrow$	жёлтый осадок
Ag^+	SO_4^{2-}	$\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow$	осадок белого цвета
Pb^{2+}	I^-	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$	осадок ярко-жёлтого цвета
Al^{3+}	OH^-	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al(OH)}_3\downarrow$ $\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^- \rightarrow [\text{Al(OH)}_4]^-$	желеобразный осадок белого цвета, растворимый при добавлении избытка щёлочи
Zn^{2+}	OH^-	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_2\downarrow$ $\text{Zn(OH)}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow [\text{Zn(OH)}_4]^{2-}$	белый осадок, растворим в избытке щёлочи
Fe^{2+}	OH^-	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_2\downarrow$	серо-зелёный осадок
	$[\text{Fe(CN)}_6]^{3-}$ красная кровяная соль	$3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe(CN)}_6]^{3-} \rightarrow \text{Fe}_3[\text{Fe(CN)}_6]_2\downarrow$	тёмно-синий осадок
Fe^{3+}	OH^-	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe(OH)}_3\downarrow$	бурый осадок
Fe^{3+}	$[\text{Fe(CN)}_6]^{4-}$ жёлтая кровяная соль	$\text{Fe}^{3+} + [\text{Fe(CN)}_6]^{4-} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]_3\downarrow$	синий осадок
	SCN^-	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow \text{Fe(SCN)}_3\downarrow$	тёмно-красная окраска раствора
Cu^{2+}	OH^-	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cu(OH)}_2\downarrow$	голубой осадок

Качественные реакции на анионы			
S^{2-}	Zn^{2+}	$\text{Zn}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{ZnS}\downarrow$	белый осадок
	Ag^+	$2\text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow$	чёрный осадок
	Cu^{2+}	$\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{CuS}\downarrow$	чёрный осадок
	Hg^{2+}	$\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{HgS}\downarrow$	чёрный осадок
	H^+	$\text{S}^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}\uparrow$	газ с запахом «тухлых яиц»
SO_4^{2-}	Pb^{2+}	$\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{PbSO}_4\downarrow$	белый осадок
	Ba^{2+}	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$	белый порошкообразный осадок
SO_3^{2-}	H^+	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	газ с резким запахом (запах зажженной спички)
Cl^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}\downarrow$	белый творожистый осадок
Br^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr}\downarrow$	светло-жёлтый осадок
I^-	Ag^+	$\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI}\downarrow$	жёлтый осадок
	Pb^{2+}	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow$	осадок ярко-жёлтого цвета
CO_3^{2-}	H^+	$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	выделение пузырьков газа
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	H^+	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{S}\downarrow + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	жёлтый осадок газ с резким запахом (запах зажжённой спички)
NO_3^-	$\text{Cu} + \text{H}^+$	$\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	растворение металла выделение бурого газа
PO_4^{3-}	Ag^+	$3\text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$	жёлтый осадок
CrO_4^{2-}	Ba^{2+}	$\text{Ba}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaCrO}_4\downarrow$	жёлтый осадок разлагается в сильноокислой среде
	H^+	$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	раствор ярко-оранжевого цвета

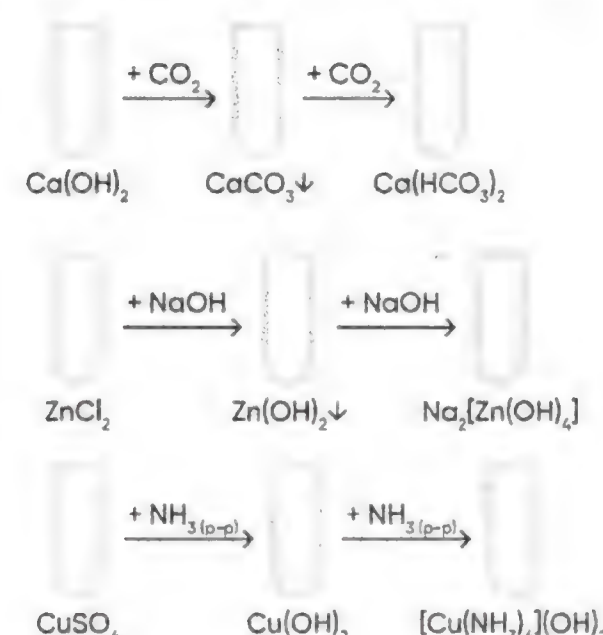
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	Ag^+	$2\text{Ag}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\downarrow$	оранжевый осадок	
	OH^-	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	жёлтый раствор	
MnO_4^-	поведение в ОВР	$\text{MnO}_4^- \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{MnO}_4^{2-}$	раствор зелёного цвета	
		$\text{MnO}_4^- \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{MnO}_2\downarrow$	бурый осадок	
		$\text{MnO}_4^- \xrightarrow{\text{H}^+} \text{Mn}^{2+}$ обесцвечивание раствора	светло-розовый раствор	

Качественные реакции на некоторые газы

SO_2	Обесцвечивание раствора перманганата калия: $5\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$	NH_3	Окрашивание лакмуса в синий цвет
	Обесцвечивание бромной воды: $\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HBr}$	Cl_2	Взаимодействие с галогенидами $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$ $\text{Cl}_2 + 2\text{NaI} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{I}_2$
	Выпадение осадка в реакции с известковой водой: $\text{SO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ И дальнейшее его растворение: $\text{CaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$	O_2	Вспыхивание тлеющей лучины
H_2S	Обесцвечивание раствора перманганата калия: $3\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 = 2\text{MnO}_2 + 3\text{S} + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	H_2	Характерный хлопок при сгорании
	Обесцвечивание бромной воды: $4\text{Br}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{S} = 8\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4$	N_2	Затухание тлеющей лучины
CO_2	Затухание тлеющей лучины	O_3	$2\text{KI} + \text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + 2\text{KOH}$
	Выпадение осадка в реакции с известковой водой: $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ И дальнейшее его растворение: $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$		

Образование осадка и его последующее растворение

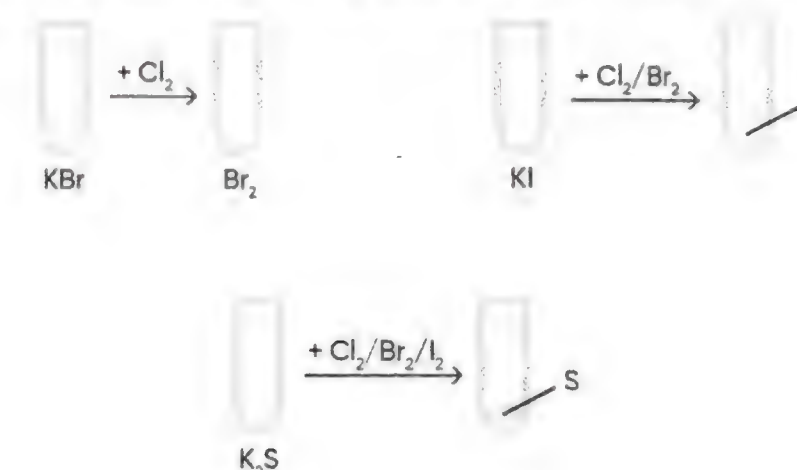
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{Zn}(\text{OH})_2$
 $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- $\text{CuSO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$



Качественная реакция на йод

Окраска крахмала в синий цвет при добавлении йода

Качественные реакции на галогены



Задание 4 (6 КИМ)

При взаимодействии гидрофосфата натрия с избытком раствора гидроксида натрия получили раствор вещества **X**. Если к раствору вещества **X** прилить раствор вещества **Y**, в результате реакции образуется осадок белого цвета. Из предложенного перечня выберите вещества **X** и **Y**, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам **X** и **Y**.

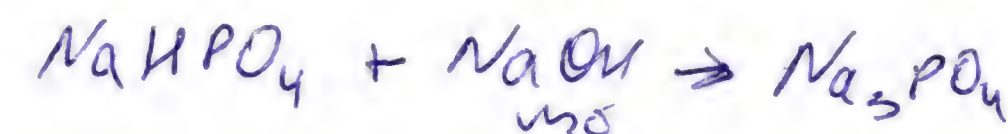
1. Na_2HPO_4

2. AgNO_3

3. KCl

4. Na_3PO_4

5. LiBr



Ответ:

X	Y
4	5

Задание 5 (24 КИМ)

Установите соответствие между двумя веществами, взятыми в виде водных растворов, и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

Реактив

А. KNO_3 и KBr

1. NaOH

Б. K_2SO_4 и ZnSO_4

2. HNO_3 (разбавленная)

В. NaBr и NaCl

3. CaCO_3

Г. AlCl_3 и KCl

4. AgNO_3

5. BaCl_2

Ответ:

А	Б	В	Г
4	1	4	1

Задание 6 (24 КИМ)

Установите соответствие между веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Вещества

Реактив

А. O_2 и H_2

Б. $KI_{(p-p)}$ и $KCl_{(p-p)}$

В. $NaCl_{(p-p)}$ и $Na_2SiO_{3(p-p)}$

Г. $LiNO_{3(p-p)}$ и $AgNO_{3(p-p)}$

1. CaF_2

2. CO_2

3. KOH

4. тлеющая лучинка

5. Cl_2

$AgNO_3 + Cl_2 \rightarrow$
Только если НСР
Наср

Ответ:

А Б В Г
4 5 2 3

Задание 7 (6 КИМ)

Даны две пробирки с раствором вещества X. К раствору в первой пробирке прилили раствор йодида калия и наблюдали выпадение осадка жёлтого цвета. К раствору во второй пробирке прилили раствор сильного электролита Y и наблюдали выпадение бурого осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в описанные реакции. В ответ запишите номера выбранных веществ в порядке XY.

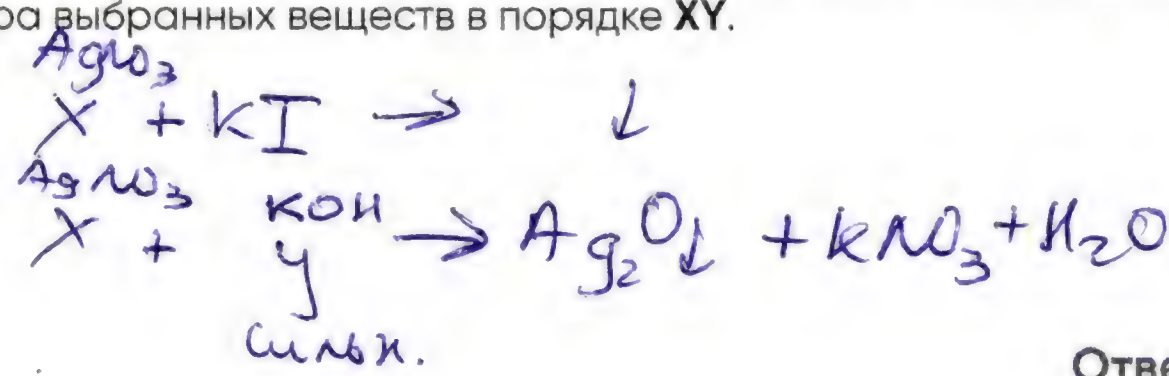
1. $Pb(NO_3)_2$

2. KOH

3. $NH_3_{(p-p)}$

4. $AgNO_3$

5. $CuSO_4$



Ответ:

X Y
4 2

Задание 8 (24 КИМ)

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком(-ами) протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества

Признак реакции

А. $CuSO_{4(p-p)} + KI_{(p-p)}$

Б. $AgNO_{3(p-p)} + NaBr_{(p-p)}$

В. $CuSO_{4(p-p)} + NaOH_{(p-p)}$

Г. $Fe + HCl_{(p-p)}$

1. выпадение голубого осадка

2. выпадение бурого и светлого осадков

3. растворение твёрдого вещества и выделение бесцветного газа

4. выпадение желтоватого осадка

5. видимых признаков реакции нет

Ответ:

А Б В Г
2 4 1 3

Задание 9 (24 КИМ)

Установите соответствие между реагирующими веществами и видимыми признаками протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Реагирующие вещества

Признак реакции

А. $CuSO_{4(p-p)}$ и $KI_{(p-p)}$

Б. $CuCl_{2(p-p)}$ и Zn

В. FeO и $HNO_{3(конц.)}$

Г. $KOH_{(p-p)}$ и $K_2Cr_2O_{7(p-p)}$

1. выпадение красновато-розового осадка

2. выделение окрашенного газа и растворение твердого вещества

3. изменение окраски раствора на жёлтую

4. выпадение темного и светлого осадков

5. выпадение только темного осадка

Ответ:

А Б В Г
4 1 2 3

Задание 10 (6 КИМ)

Даны две пробирки: одна с раствором вещества X, другая – с раствором вещества Y. Через растворы в обеих пробирках пропускали углекислый газ. В результате в первой пробирке наблюдали выпадение белого осадка и дальнейшее его растворение, а во второй – выпадение белого осадка, который при дальнейшем пропускании газа не растворялся. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции. Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

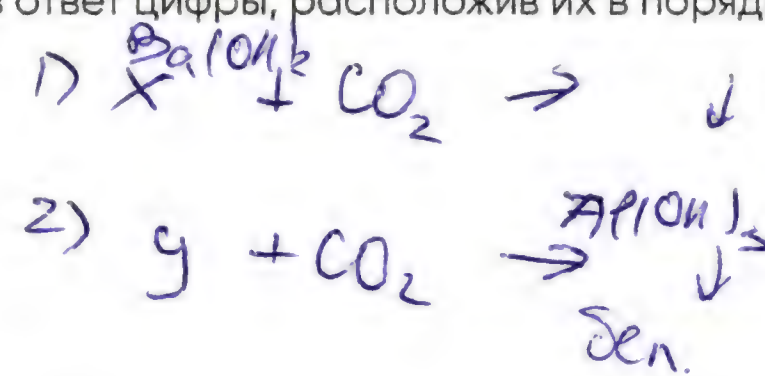
1. $BaCO_3$

2. $Ba(OH)_2$

3. $Na[Al(OH)_4]$

4. $Al(OH)_3$

5. $NaOH$



Ответ:

X Y
2 3

Задание 11 (24 КИМ)

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещества

Признак реакции

А. $Cu(OH)_2$ и $H_2SO_{4(p-p)}$

Б. CO_2 и $Ba(OH)_{2(p-p)}$

В. $KOH_{(p-p)}$ и $HCl_{(p-p)}$

Г. $NaHCO_{3(p-p)}$ и $HI_{(p-p)}$

1. растворение осадка

2. помутнение раствора

3. образование чёрного осадка

4. выделение газа

5. видимых признаков реакции не наблюдается

Ответ:

А Б В Г
1 2 5 4

Задание 12 (24 КИМ)

Установите соответствие между веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответ запишите номера выбранных ответов в соответствующей последовательности.

Вещества

Реактив

А. NH_4Cl и KCl

Б. Na_3PO_4 и $NaCl$

В. NH_4Br и NH_4F

Г. Na_2SO_3 и Na_3PO_4

1. фенолфталеин

2. $NaOH_{(p-p)}$

3. HCl

4. $NaCl$

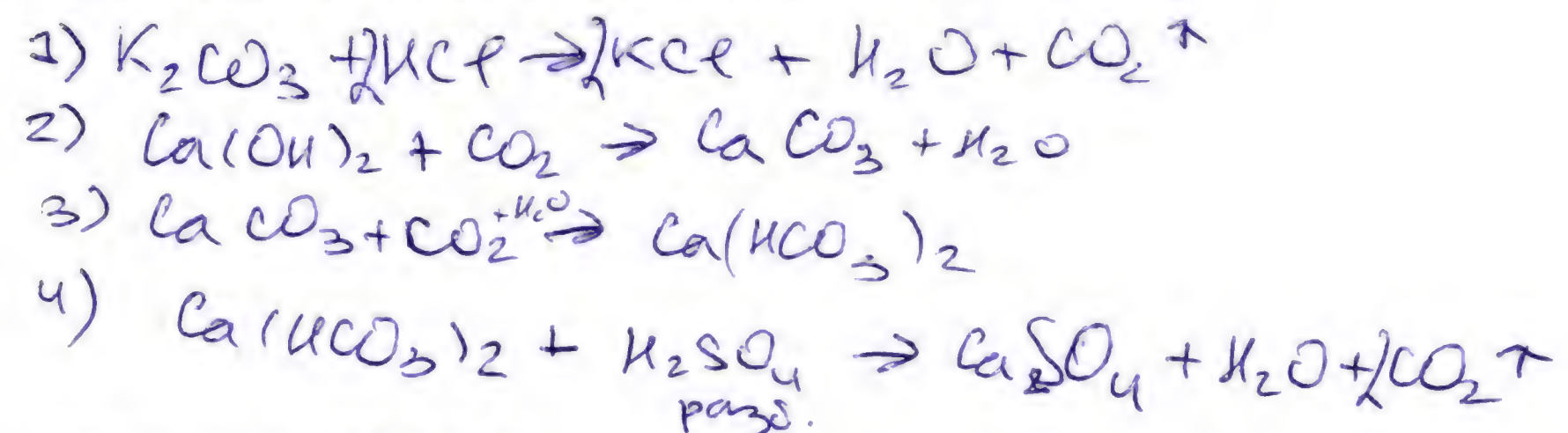
5. Cl_2

Ответ:

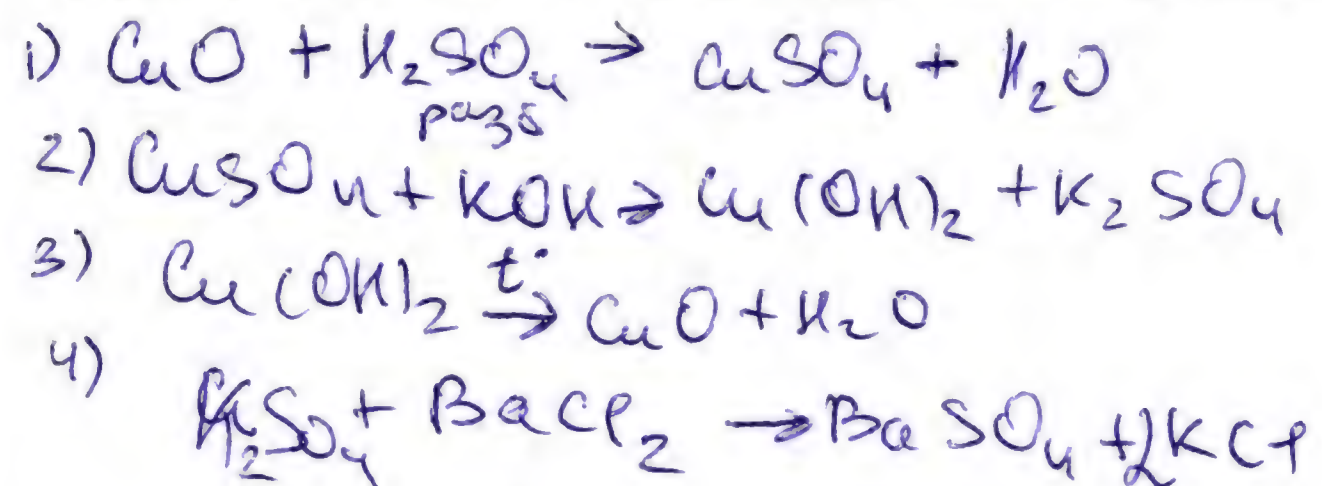
А Б В Г
2 1 5 3

Задание 13 (31 КИМ)

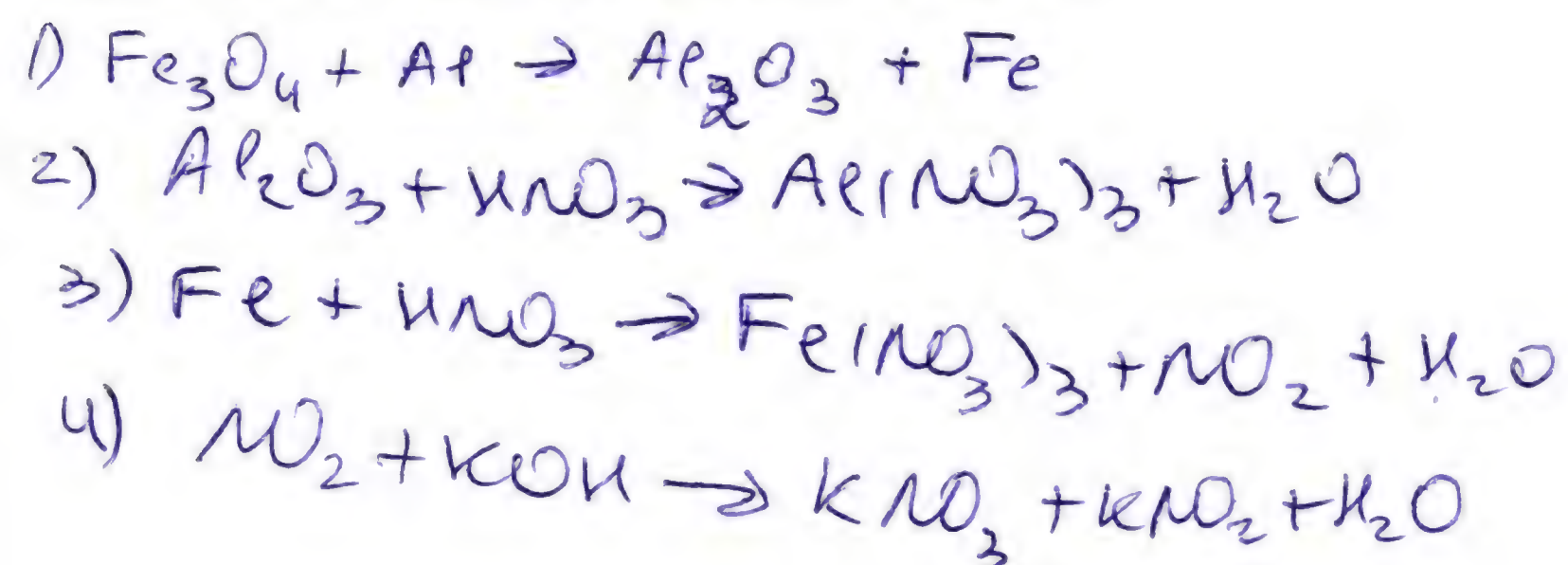
Через раствор гидроксида кальция пропустили газ, выделяющийся в результате взаимодействия поташа и соляной кислоты. В результате реакции наблюдали сначала образование, а затем растворение осадка белого цвета. К полученному раствору прилили разбавленный раствор серной кислоты, при этом наблюдали выделение бесцветного газа. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

**Задание 14 (31 КИМ)**

Навеску черного оксида меди растворили в разбавленном растворе серной кислоты. К полученному раствору прилили раствор гидроксида калия, при этом наблюдали образование голубого осадка. Осадок отделили и прокалили, а к оставшемуся раствору прилили раствор хлорида бария. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.

**Задание 15 (31 КИМ)**

Железную окалину сплавляли с алюминием. Полученную смесь металла и оксида растворили в концентрированном растворе азотной кислоты и нагрели. В результате взаимодействия выделился бурый газ, который собрали и пропустили через раствор гидроксида калия. Напишите молекулярные уравнения четырех описанных реакций.



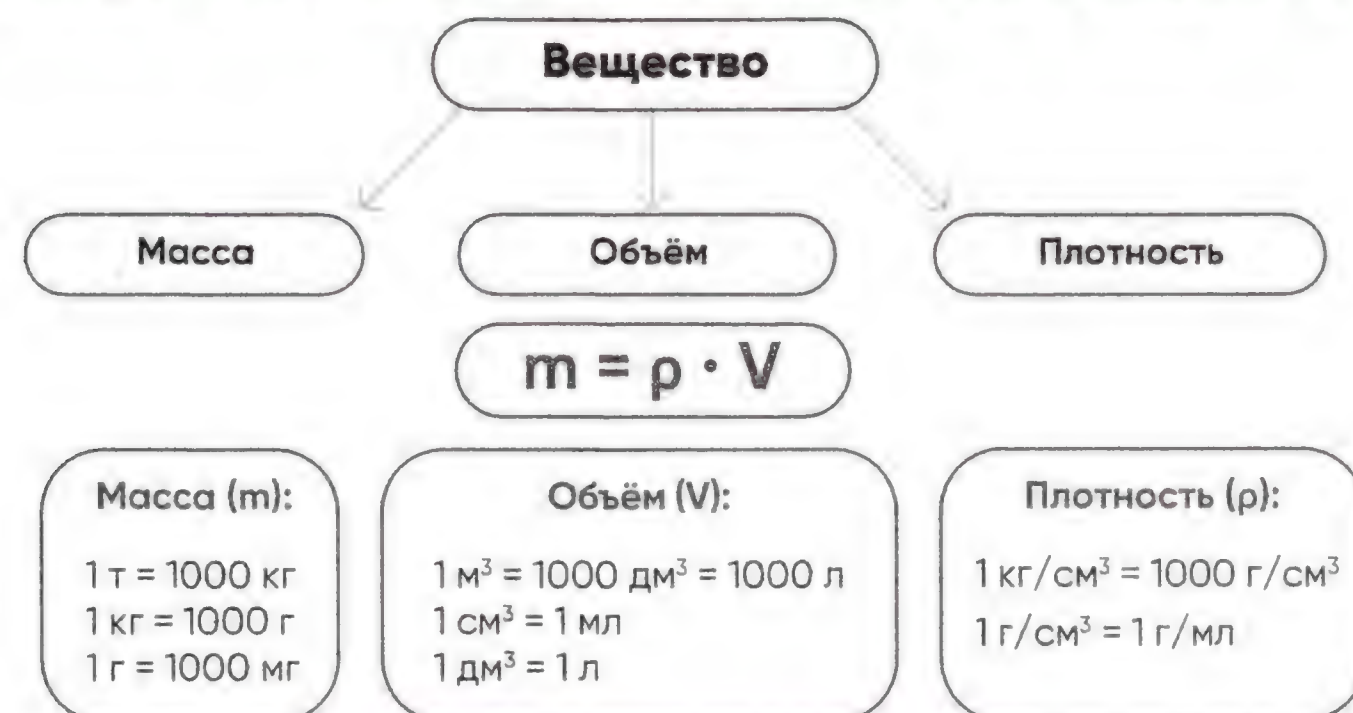
ДЕНЬ 5

Базовые расчёты в химии:

Заг: 26, 27, 28, 33

Базовые расчёты в химии: количество вещества, масса, молярная масса, объём, расчёты по химической реакции. Выход реакции и примеси. Расчётные задачи.

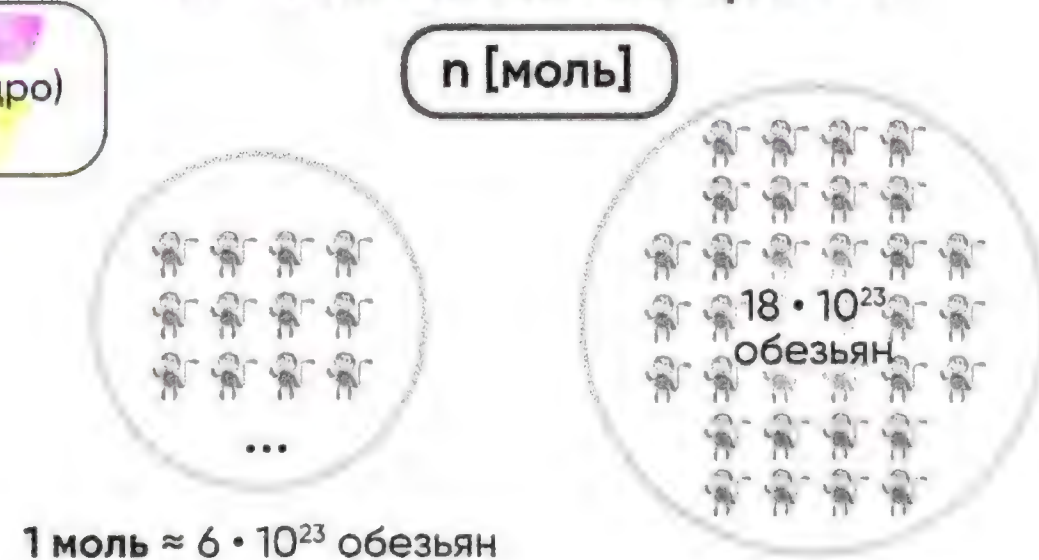
Количественные характеристики вещества



Количество вещества

n – количество вещества

Число Авогадро
(постоянная Авогадро)
 $N_A \sim 6,022 \cdot 10^{23}$



Задание 1

Вычислите количество вещества (моль) атомов азота и атомов кислорода, содержащихся в образце оксида азота (IV), состоящем из $18 \cdot 10^{23}$ молекул оксида азота (IV). Число Авогадро считать приблизительно равным $6 \cdot 10^{23}$.



$n(\text{ног}) = 10$
 $n(\text{рук}) = 10$
 $n(\text{голов}) = 5$
 $n(\text{людей}) = 5$



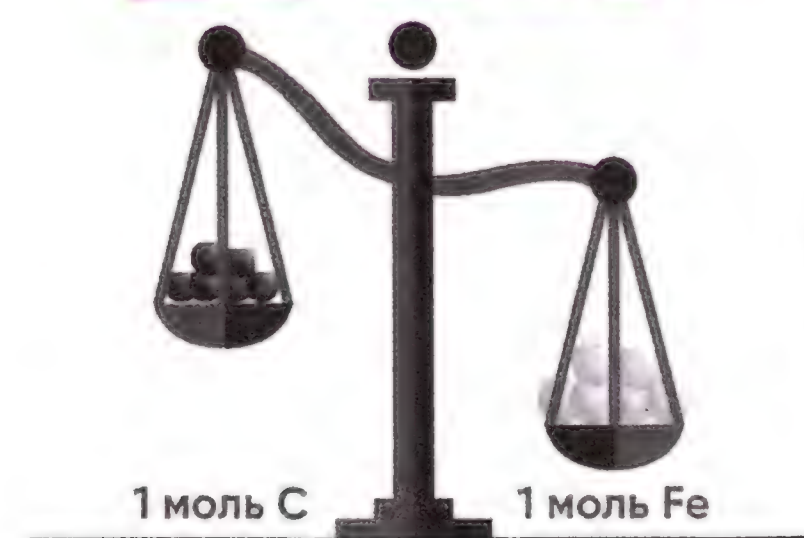
$n(\text{N}) = 4$
 $n(\text{O}) = 8$
 $n(\text{NO}_2) = 4$

$2(10) = 4 \cdot 2 = 8$

$2(18) = \frac{18 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 3 \text{ моль}$
 $2(10) = 3 \cdot 2 = 6 \text{ моль}$

Ответ: 3 моль атомов азота; 6 моль атомов кислорода.

Молярная масса

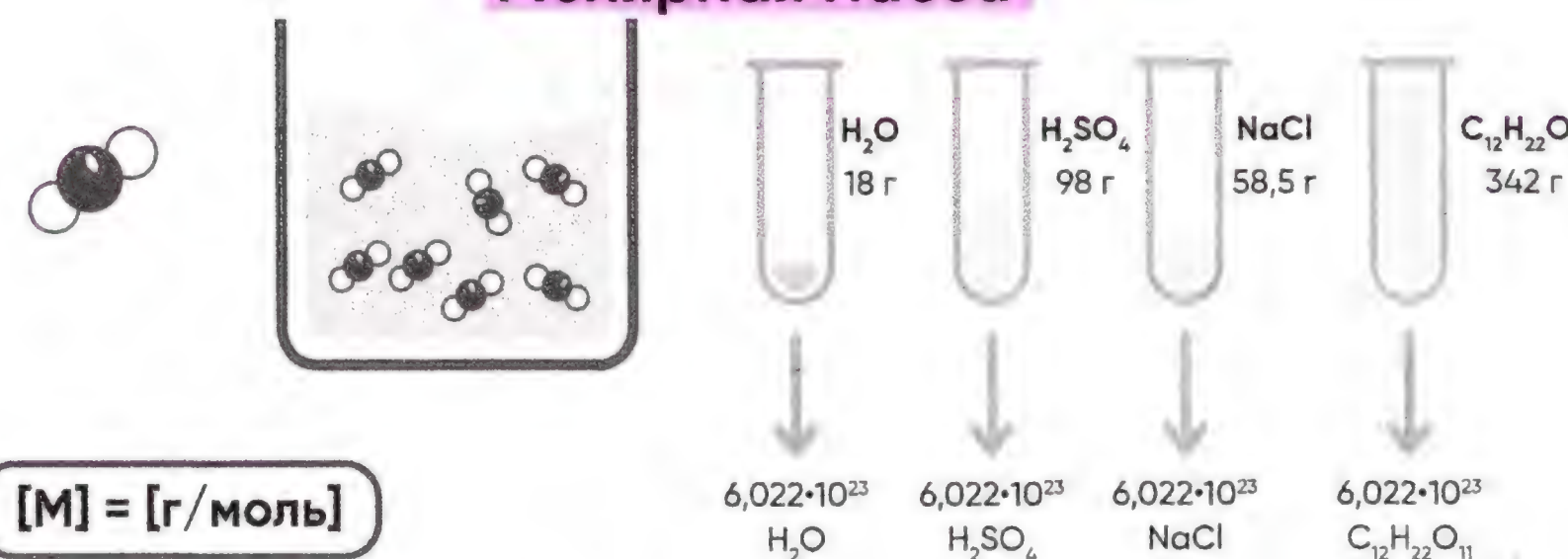


Для атомов $A_r = M$
 Для молекул $M_r = M$

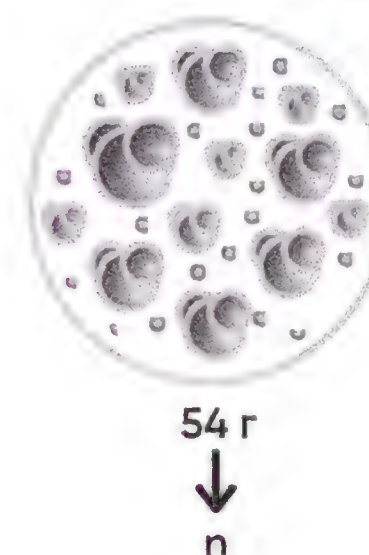
$6,022 \cdot 10^{23}$ атомов C
 $M(\text{C}) = 12 \text{ г/моль}$

$6,022 \cdot 10^{23}$ атомов Fe
 $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$

Молярная масса



Связь количества вещества, массы и молярной массы

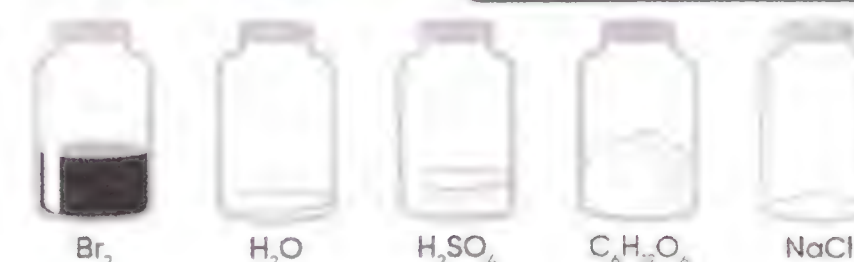


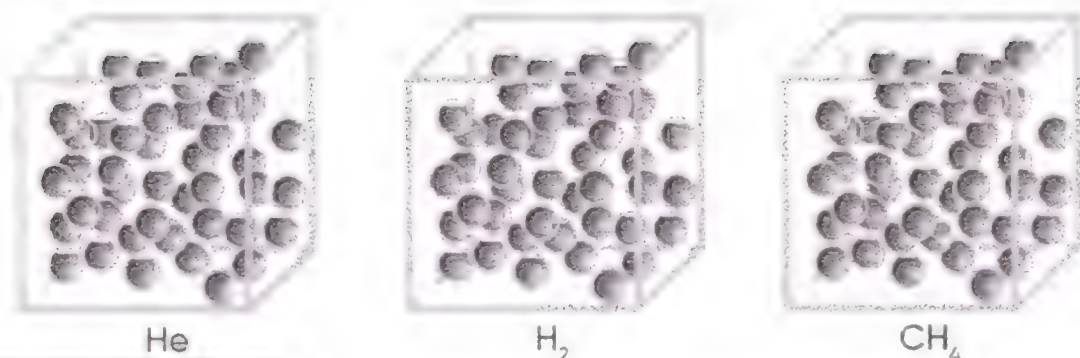
$n = \frac{m}{M}$

Молярный объём

Важно!

Молярный объём – объём 1 моль вещества. 1 моль любого газа при н.у. занимает объём 22,4 л



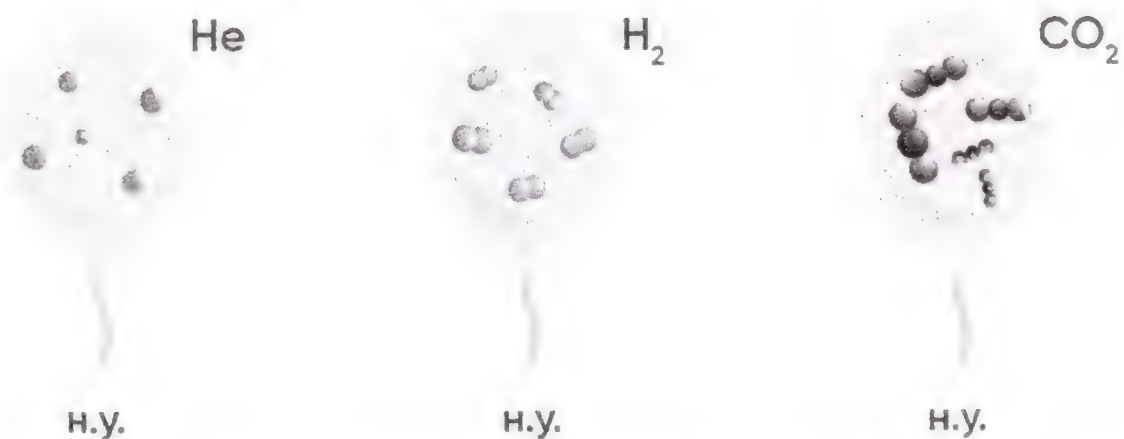


Нормальные условия (н.у.):
 $P = 101325 \text{ Па} = 760 \text{ мм рт.ст.} = 1 \text{ атм.}$
 $T = 273,15 \text{ К} = 0^\circ \text{C}$

V_m — молярный объем

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$$

Количество вещества газов



$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

$M = 4 \text{ г/моль}$

$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

1 моль

$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

$M = 2 \text{ г/моль}$

$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

1 моль

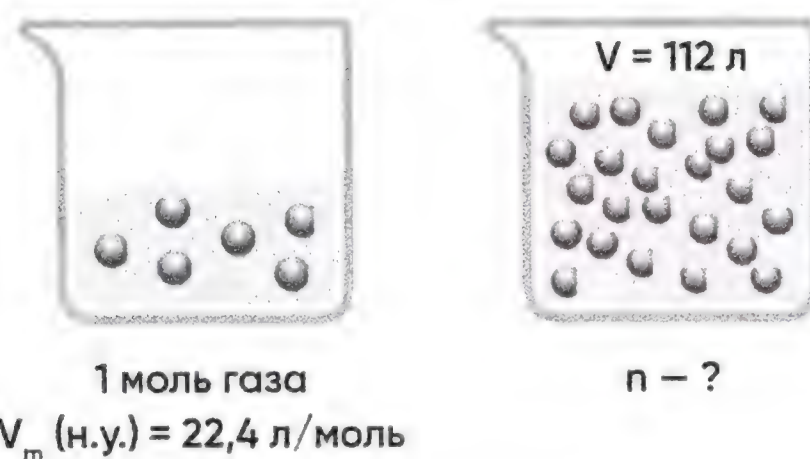
$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул

$M = 44 \text{ г/моль}$

$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

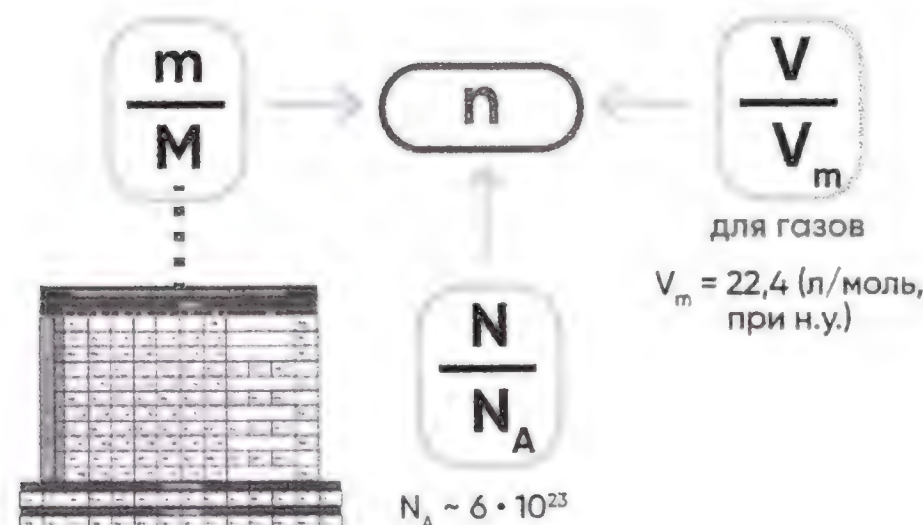
1 моль

Связь количества вещества газа и его объема



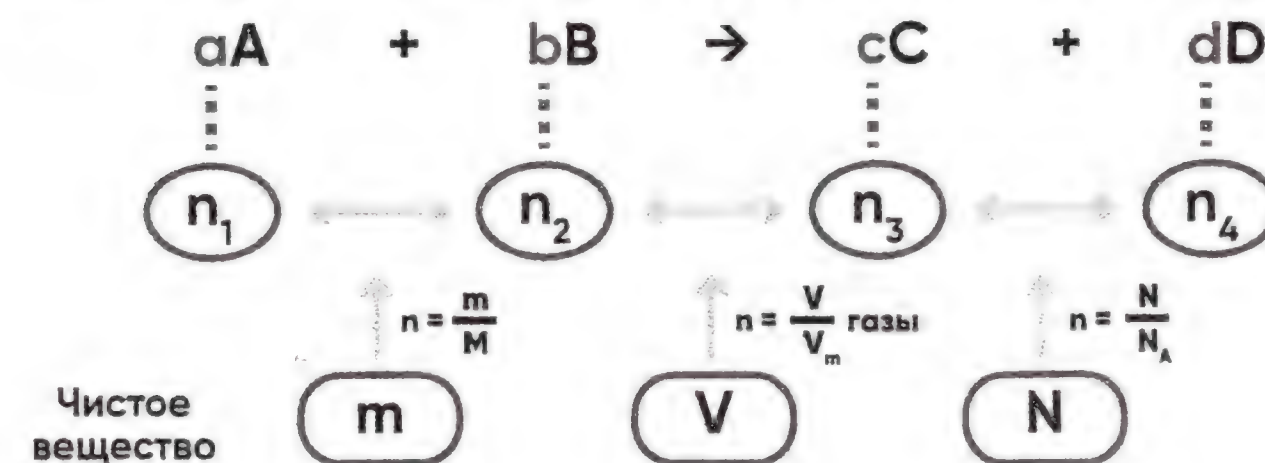
$$n = \frac{V}{V_m}$$

Обобщение



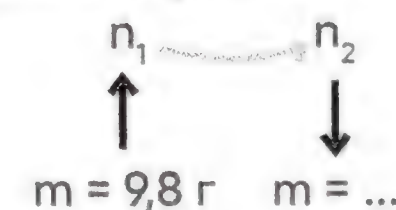
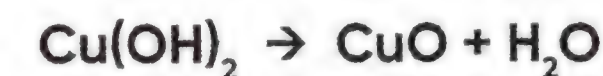
$N_A \sim 6 \cdot 10^{23}$

Расчёты по уравнению химической реакции



Задание 2 (28 КИМ)

Рассчитайте массу оксида меди (II) (в граммах), полученного в результате разложения 9,8 г гидроксида меди (II). Запишите число с точностью до целых.



$$n = \frac{m}{M}$$

$$\begin{aligned} \checkmark (\text{Cu(OH)}_2) &= \frac{9,8}{98} = 0,1 \text{ моль} \\ \Rightarrow (\text{CuO}) &= 0,1 \cdot 80 = 8 \text{ г} \end{aligned}$$

Ответ: 8 г.

Задание 3 (28 КИМ)

Определите объем (н.у.) газа (в л.), выделившегося при действии избытка соляной кислоты на карбид алюминия массой 8,64 г. Ответ запишите с точностью до целых.



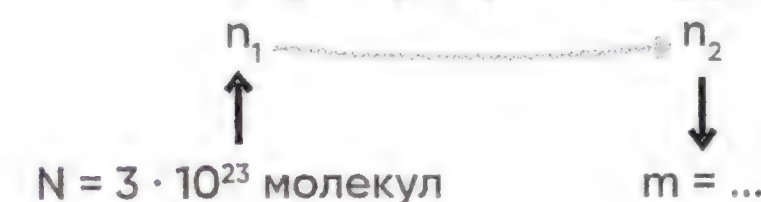
$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$\begin{aligned} \checkmark (\text{Al}_4\text{C}_3) &= \frac{8,64}{144} = 0,06 \text{ моль} \\ \checkmark (\text{CH}_4) &= 0,06 \cdot 3 = 0,18 \text{ моль} \\ \checkmark (\text{CH}_4) &= 0,18 \cdot 22,4 = 4,032 \text{ л} \end{aligned}$$

Ответ: 4,032 л.

Задание 4 (28 КИМ)

Вычислите массу средней соли (в граммах), полученной в результате пропускания $3 \cdot 10^{23}$ молекул аммиака через разбавленный раствор серной кислоты. Число Авогадро считать приближенно равным $6 \cdot 10^{23}$.



$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$\begin{aligned} \checkmark (\text{NH}_3) &= \frac{3 \cdot 10^{23}}{6 \cdot 10^{23}} = 0,5 \text{ моль} \\ \checkmark (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= 0,25 \text{ моль} \\ m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) &= 0,25 \cdot 132 = 33 \text{ г} \end{aligned}$$

Ответ: 99 г.

Количество вещества

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n = \frac{V}{V_m}$$

для газов

n – количество вещества (моль)

N_A – число Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$ частиц)

N – количество частиц

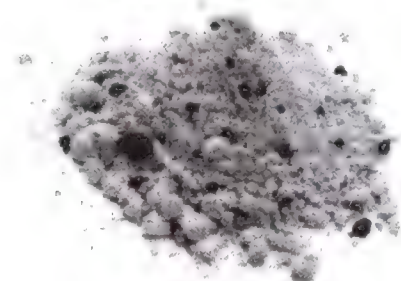
V_m – молярный объём (22,4 л/моль) при н.у.

V – объём газа (л)

M – молярная масса (г/моль)

m – масса (г)

Примеси



CrO_3 – жёлтое стекло

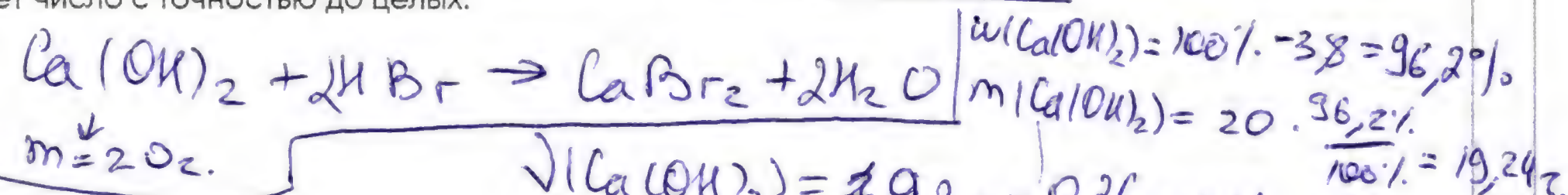
CuO – голубое стекло

FeO , Fe_2O_3 – зелёное стекло

$$\omega(\text{примесей}) = \frac{m(\text{примесей})}{m(\text{вещества} + \text{примеси})} \cdot 100\%$$

Задание 5 (28 КИМ)

Гидроксид кальция массой **20 г**, содержащий **3,8%** нерастворимых примесей, растворили в избытке раствора бромоводорода. Вычислите массу полученной соли (в граммах). Запишите в ответ число с точностью до целых.



Ответ: 52 г.

Выход реакции



Выход реакции, %

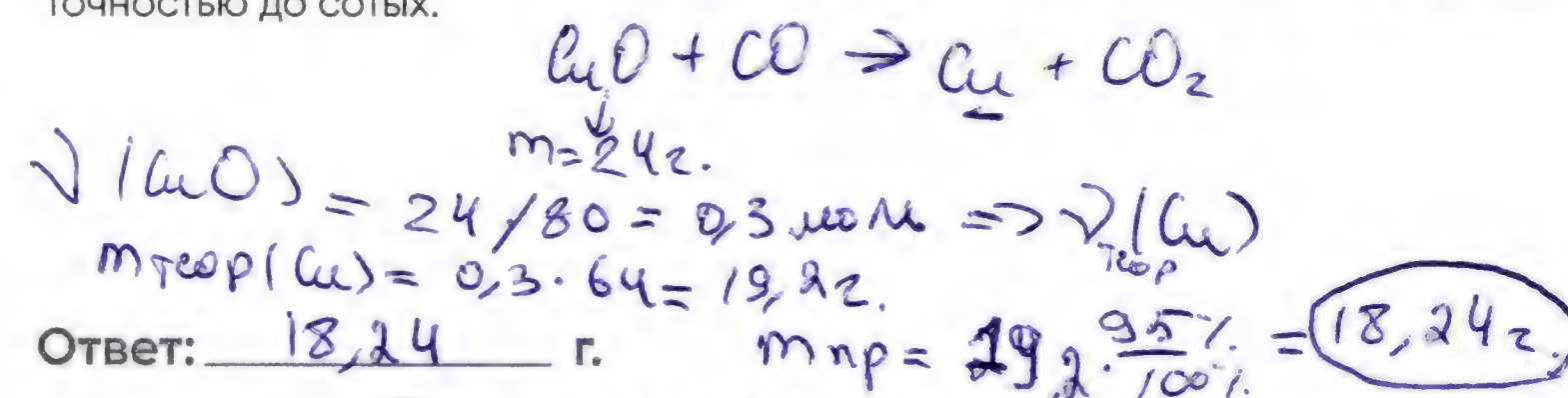
$$\eta = \frac{m_{\text{пр.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{V_{\text{пр.}}}{V_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{n_{\text{пр.}}}{n_{\text{теор.}}} \cdot 100\%$$

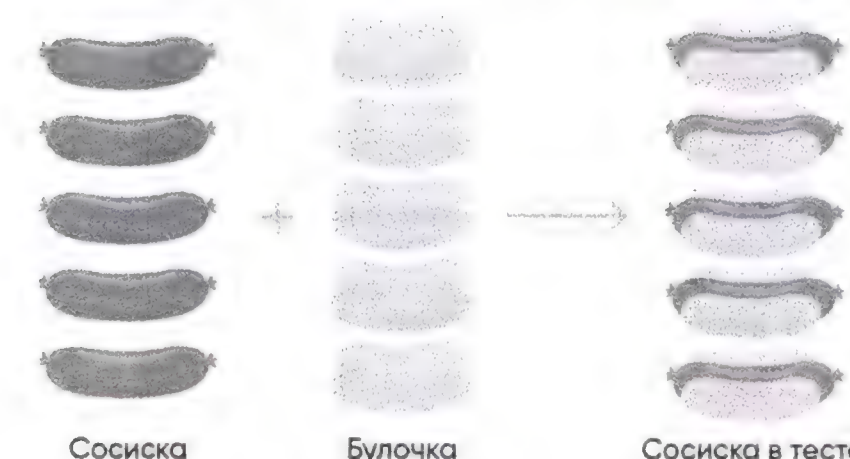
Задание 6 (28 КИМ)

Вычислите массу меди (в граммах), которая образуется при восстановлении **24 г** оксида меди (II) избытком угарного газа, если известно, что выход реакции равен **95%**. Запишите в ответ число с точностью до сотых.



Стехиометрическое соотношение

всё равно



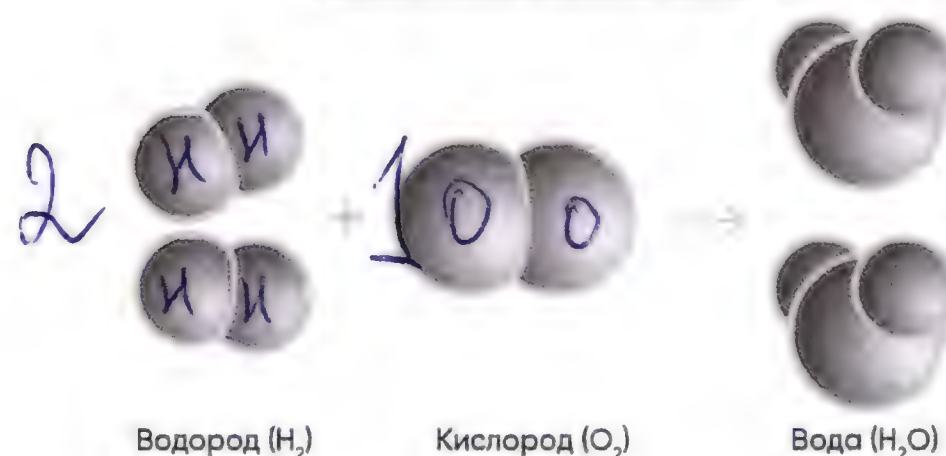
Избыток и недостаток



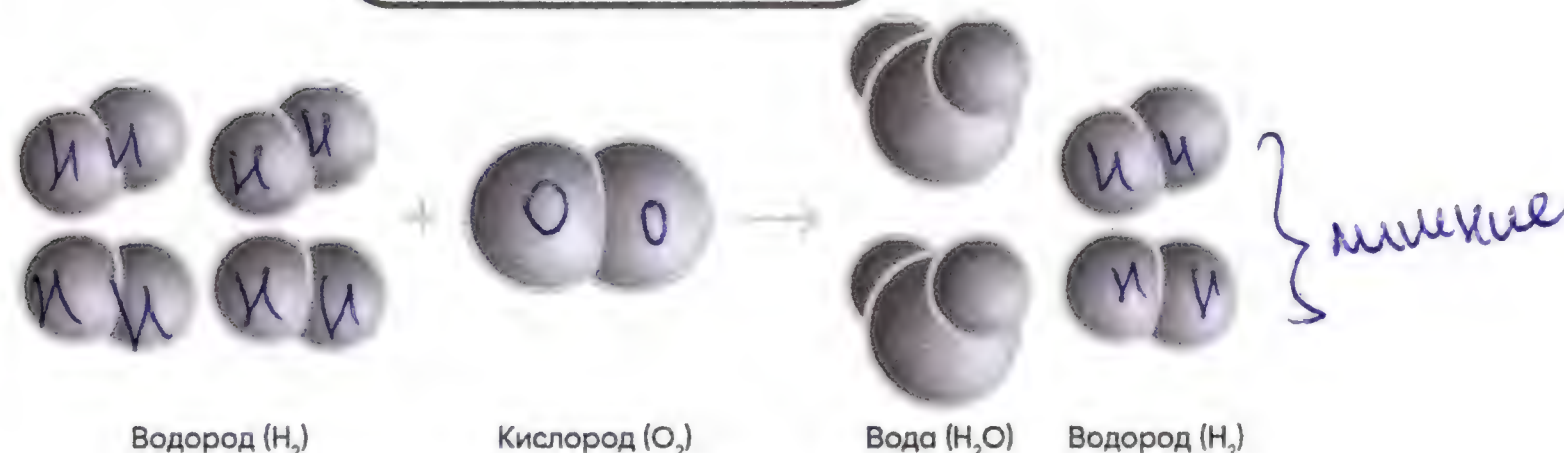
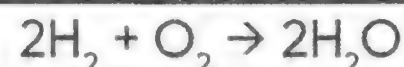
Избыток булочек



Стехиометрическое соотношение



Избыток и недостаток веществ



Водород - в избытке, кислород - в недостатке

расчет ведём по веществу в недостатке!

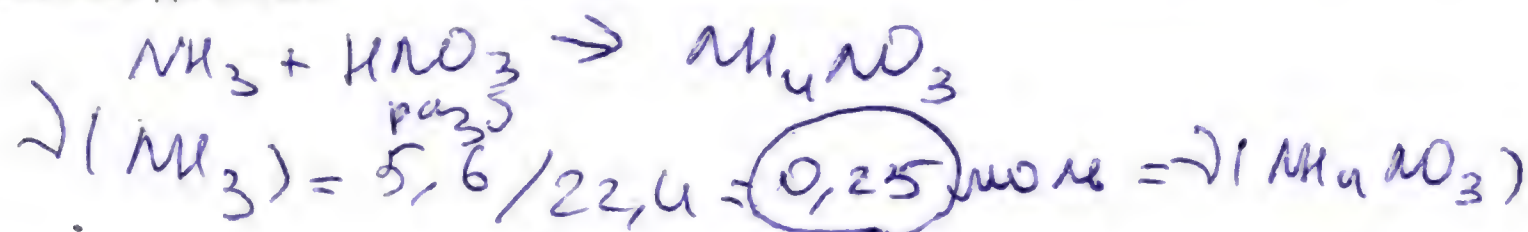
Задание 7 (28 КИМ)

Сплавили **31,8 г** карбоната натрия и **51 г** оксида хрома (III). Определите объем (н.у.) (в литрах) образовавшегося газа. Запишите в ответ число с точностью до сотых.

Ответ: 6,72 л.

Задание 8 (28 КИМ)

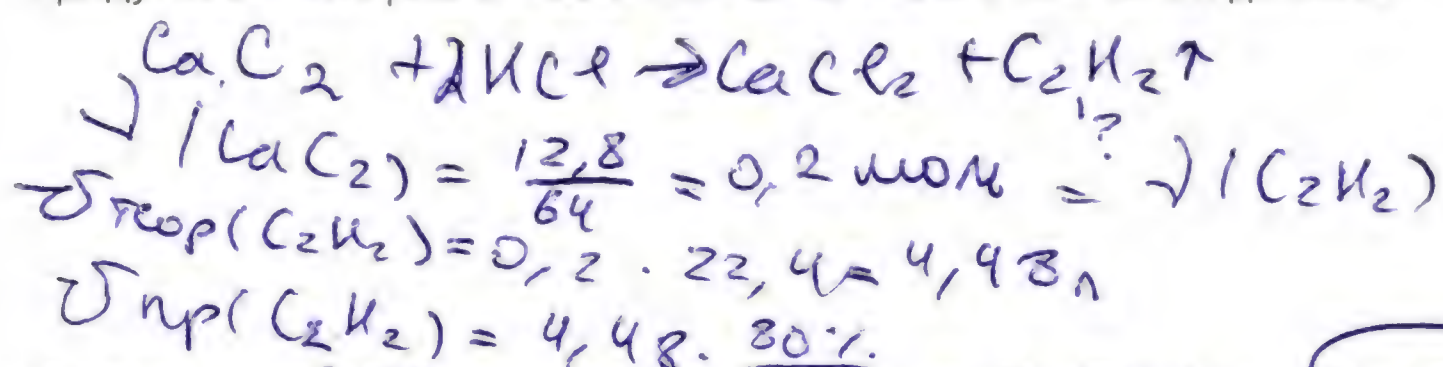
Определите количество вещества (в моль) нитрата аммония, который образуется при взаимодействии **5,6 л** (н.у.) аммиака с избытком разбавленного раствора азотной кислоты. Запишите число с точностью до сотых.



Ответ: 0,25 моль.

Задание 9 (28 КИМ)

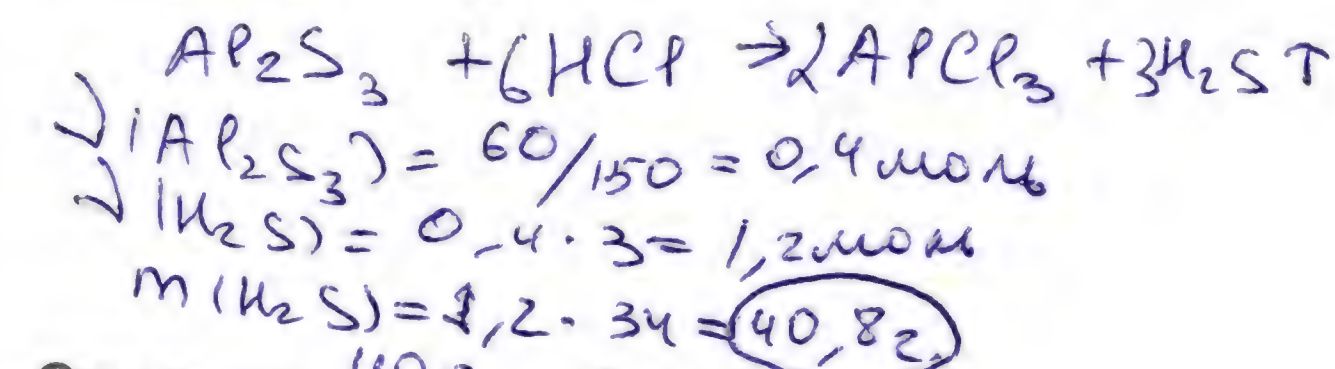
Вычислите объем (в литрах при н.у.) ацетилена, полученного из **12,8 г** карбида кальция. Выход продукта считать равным **80%**. Запишите число с точностью до сотых.



Ответ: 3,58 л.

Задание 10 (28 КИМ)

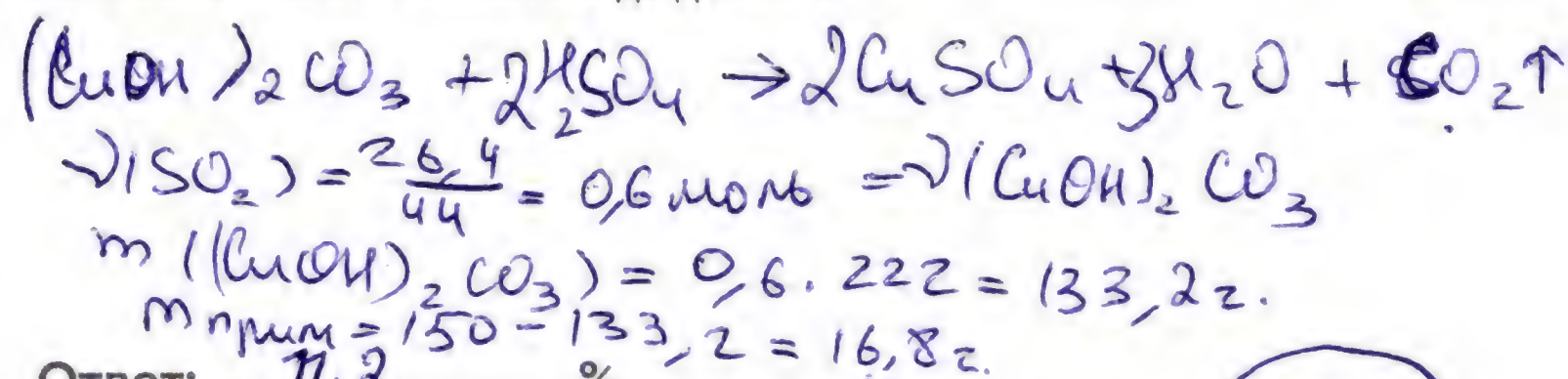
60 г сульфида алюминия обработали избытком водного раствора хлороводородной кислоты. Рассчитайте массу (в граммах) газа, выделившегося в результате этой реакции. Запишите число с точностью до десятых.



Ответ: 40,8 г.

Задание 11 (28 КИМ)

Образец малахита массой **150 г** поместили в избыток раствора серной кислоты, при этом выделилось **26,4 г** углекислого газа. Вычислите массовую долю (в %) примесей в образце. Запишите число с точностью до десятых.

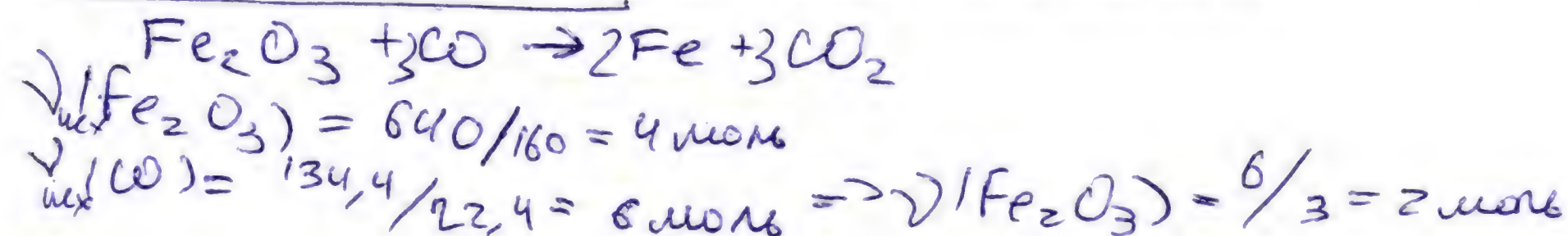


Ответ: 11,2 %.

$$w = \frac{16,8}{150} \cdot 100\% = 11,2\%$$

Задание 12 (28 КИМ)

Для получения железа было взято **640 г** оксида железа (III), вступившего в реакцию с угарным газом объемом **134,4 л** (при н.у.). Определите массу (в граммах) оксида железа (III), который остался непрореагировавшим после реакции. Ответ запишите с точностью до целых.



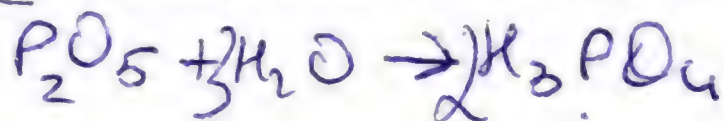
Ответ: 320 г.

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 160 = 320 \text{ г}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 640 - 320 = 320 \text{ г}$$

Задание 13 (28 КИМ)

Смесь оксида кремния (IV) и оксида фосфора (V) растворили в избытке воды, при этом образовалось **196 г 40%** раствора кислоты. Вычислите массовую долю оксида кремния (IV) (в %) в смеси, если ее масса равна **142 г**. Запишите число с точностью до целых.



$$n(P_2O_5) = 0,4 \text{ моль} \quad m(H_3PO_4) = 196 \cdot \frac{40}{100} = 78,4 \Rightarrow n(H_3PO_4) = \frac{78,4}{98} = 0,8 \text{ моль}$$

$$m(P_2O_5) = 0,4 \cdot 142 = 56,8 \text{ г}$$

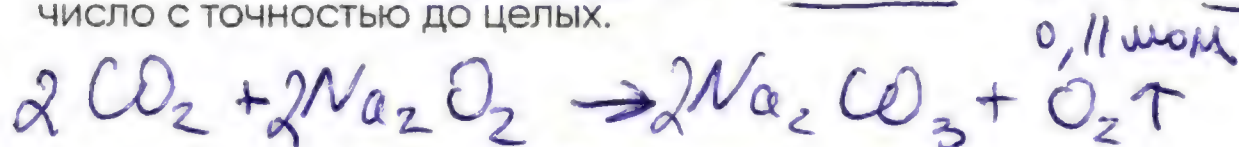
Ответ: 60 %.

$$w(P_2O_5) = \frac{56,8}{142} \cdot 100\% = 40\%$$

$$w(SiO_2) = 100\% - 40\% = 60\%$$

Задание 14 (28 КИМ)

При взаимодействии углекислого газа и **17,16 г** пероксида натрия выделилось **1,848 л** (при н.у.) газа. Вычислите объемную долю (в %) выхода продукта от теоретически возможного. Запишите число с точностью до целых.



$$\eta = \frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{теор}}} \cdot 100\%$$

$$n(O_2) = \frac{1,848}{22,4} = 0,0825 \text{ моль}$$

$$n(Na_2O_2) = 17,16 / 78 = 0,22 \text{ моль}$$

$$m(O_2) = 0,11 \cdot 32 = 3,52 \text{ г}$$

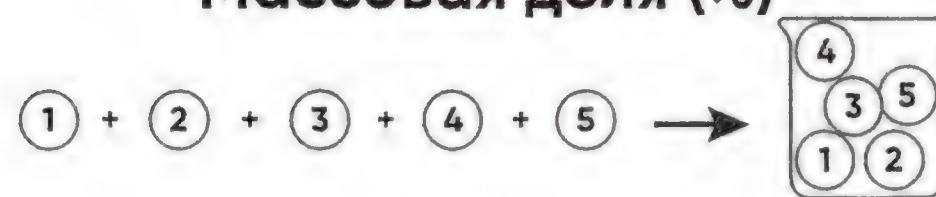
Ответ: 75 %.

$$\eta = \frac{1,848}{2,464} \cdot 100\% = 75\%$$

Массовая доля вещества. Растворимость. Тепловой эффект. Расчётные задачи на химическое равновесие.



Массовая доля (%)

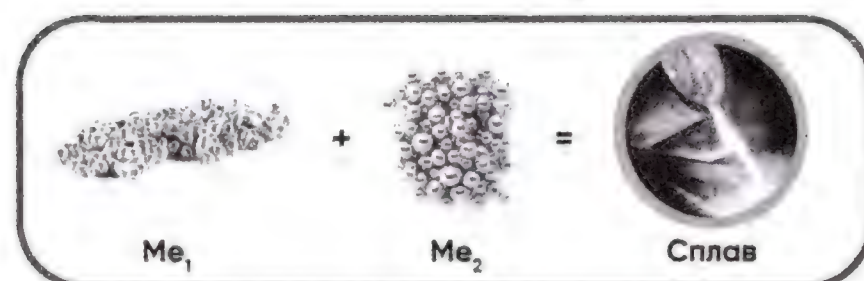


$$\omega_1 = \frac{m_1}{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5} \cdot 100\%$$

$$\omega = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{всей смеси})} \cdot 100\%$$

Сплавы

$$\omega(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{сплава})} \cdot 100\%$$



Проба золота	$\omega(\text{Au})$
375	37,5%
500	50%
583	58,3%
585	58,5%
750	75%
916	91,6%
958	95,8%
999	99,9%



1 г сплава - 375 мг Au
 $\omega(\text{Au}) = 375/1000 \cdot 100\% = 37,5\%$

Чугун
(сплав Fe и C)
 $\omega(\text{C}) > 2,14\%$

Сталь
(сплав Fe и C)
 $\omega(\text{C}) < 2,14\%$

Что такое раствор?



Массовая доля

$$\omega(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$

Задание 1 (26 КИМ)

Фосфат натрия массой **30 г** растворили в **120 г** воды. Определите массовую долю соли (в %) в полученном растворе. Ответ запишите с точностью до целых.

$m_{\text{р-ра}} / m_{\text{соли}}$
 $150 \text{ г} / 30 \text{ г}$
 $\omega = 20\%$

Ответ: 20 %.

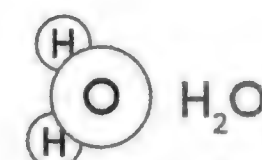
Округление

Число $\pi = 3,1415926535897932384...$

Округлите данное число до:

- десятичных
- тысячных
- сотых
- десятых
- целых

Массовая доля элемента в соединении



$$\omega(\text{элемента}) = \frac{n \cdot Ar(\text{атома элемента})}{Mr(\text{вещества})} \cdot 100\%$$

Ar — относительная атомная масса элемента

n — число атомов элемента

Mr — относительная молекулярная масса

$Ar(\text{H}) = 1, n(\text{H}) = 2$

$Ar(\text{O}) = 16$

$Mr(\text{H}_2\text{O}) = Ar(\text{H}) \cdot 2 + Ar(\text{O}) = 2 + 16 = 18$

$$\omega(\text{H}) = \frac{1 \cdot 2}{18} \cdot 100\% = 11,11\%$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{16}{18} \cdot 100\% = 88,89\%$$

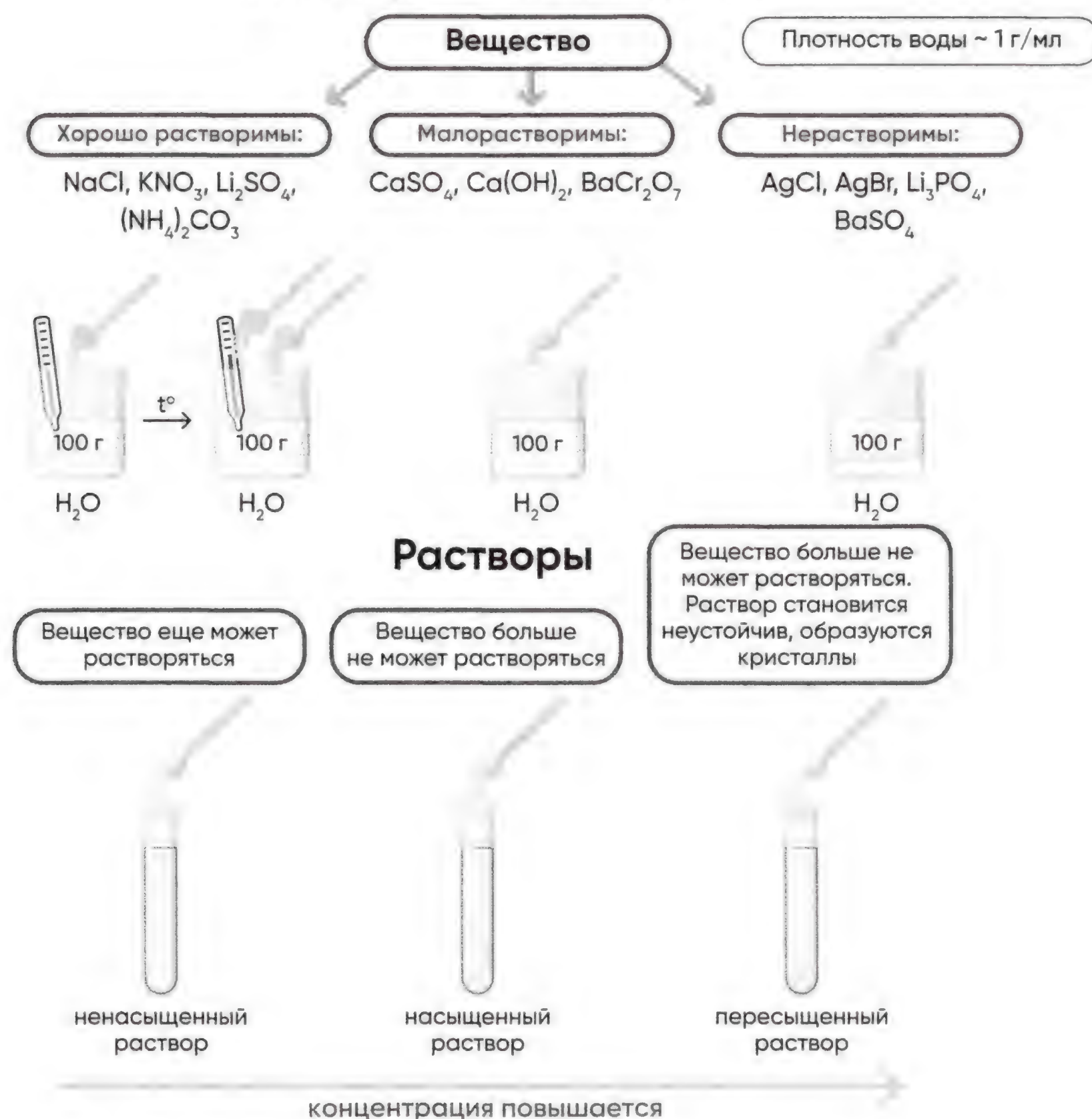
Задание 2

Определите массовую долю серы (в %) в серной кислоте. Ответ запишите с точностью до сотых.

H_2SO_4 $\omega(\text{S}) = \frac{32}{98} \cdot 100\% = 32,65\%$

Ответ: 32,65 %.

Растворимость вещества



В чём измеряется растворимость?

В ЕГЭ растворимость измеряется в массе вещества в насыщенном растворе на 100 г растворителя (воды).

Соль	Масса соли в насыщенном растворе(г)	Масса воды (г)	Масса раствора (г)	Растворимость (г на 100 г воды)
KBr	86	100	186	86
KClO ₃	95,2	400	495,2	23,8
	X	m _в	X + m _в	100 · X / m _в
	X	100	X + 100	X
AlCl ₃	96,2	200	296,2	48,1
Na ₂ CO ₃	138	300	438	46

$200 - 296,2$
 $100 - X$
 $438 - 300$
 $X - 100$

$400 - 495,2$
 $100 - X$
 $123,8 - 100 = 23,8$

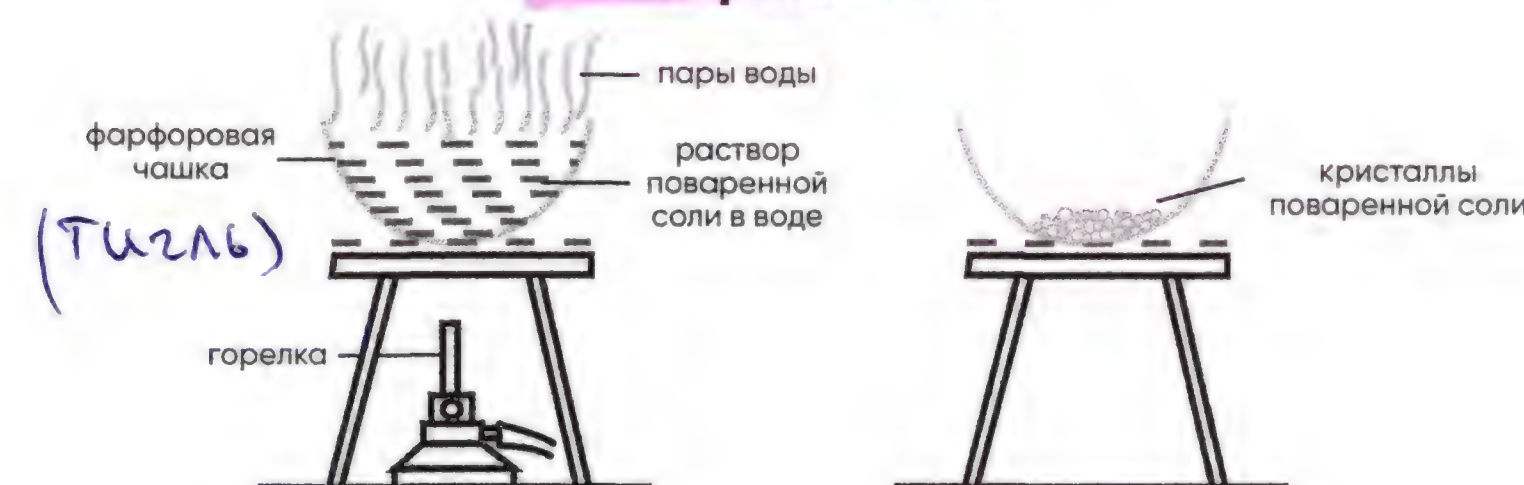
Задание 3

Чему равна растворимость карбоната калия (в граммах K_2CO_3 на 100 г воды), если масса воды в насыщенном растворе массой 533,45 г составляет 235 г?

m p-ра	m соли	m в
533,45	298,45	235
	124	100

Ответ: 124 грамм K_2CO_3 на 100 г воды.

Выпаривание



Задание 4 (26 КИМ)

Из 300 г 15%-ного раствора поваренной соли выпарили 50 г воды, осадка при этом не выпало. Определите массовую долю соли (в %) в образовавшемся растворе. Ответ запишите с точностью до целых.

m пара	m соли	m p-ра	m соли
300г	45г	250	45

$w = 15\%$ $w = 18\%$

Ответ: 18 %.

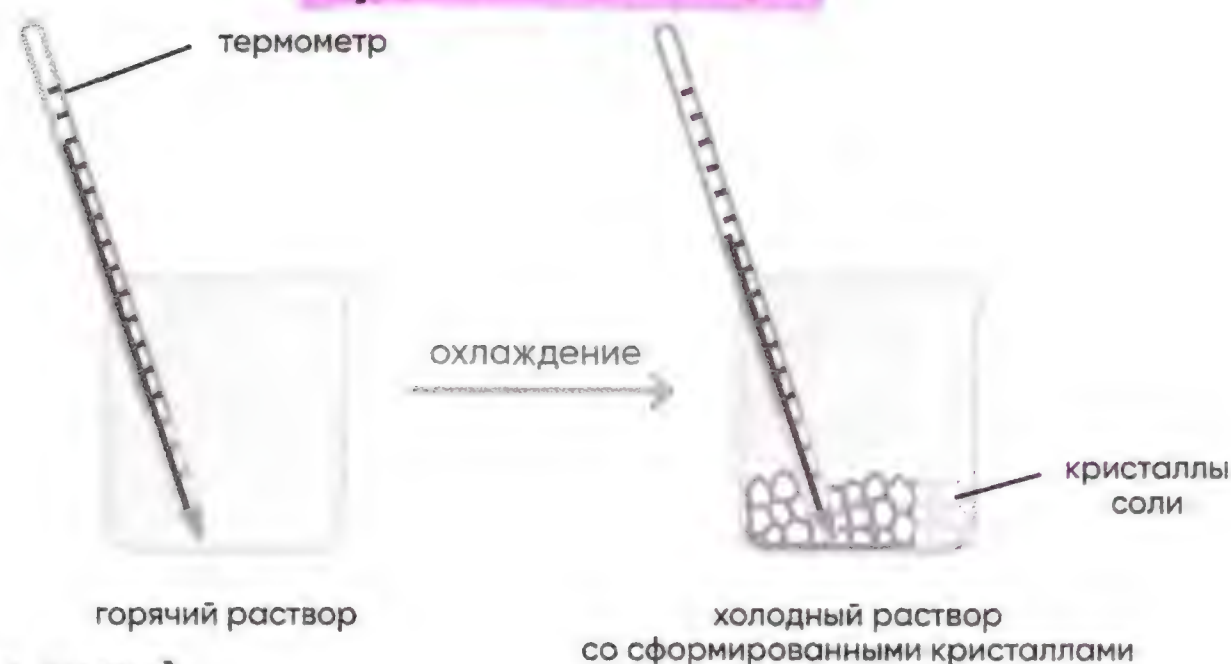
300 г p-ра
ω(соли) = 15%

Растворы



$$\omega = \frac{m(\text{«сухого» вещества})}{m(\text{всего раствора})} \cdot 100\%$$

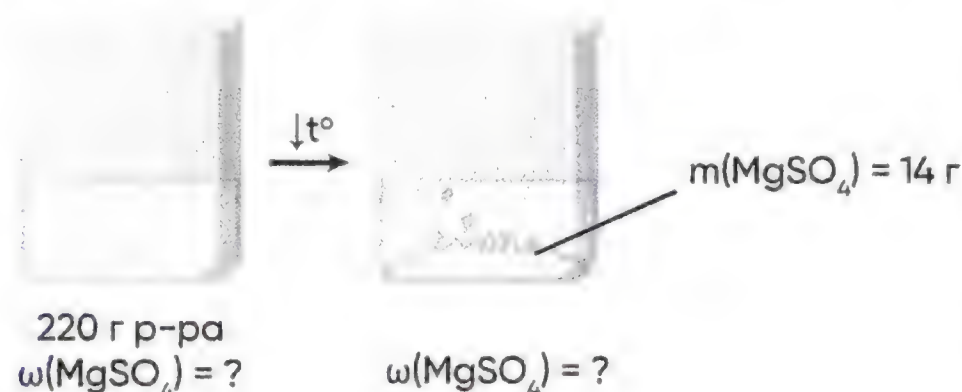
Кристаллизация



Задание 5 (26 КИМ)

Горячий 20%-ный раствор сульфата магния массой 220 г охладили. В результате выпал осадок безводной соли массой 14 г. Определите массовую долю (в %) соли в конечном растворе. Ответ запишите с точностью до десятых.

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра}} / m_{\text{соли}} &\rightarrow m_{\text{р-ра}} / m_{\text{соли}} \\ 220 \text{ г} / 40\% &\rightarrow 205 / 30 \\ \omega &= 20\% \end{aligned}$$



Ответ: 14,6 %.

Плотность



$m \text{ гвоздей} = m \text{ пуха}$
 $V \text{ гвоздей} > V \text{ пуха}$

Что имеет большую массу:
1 кг гвоздей
или 1 кг пуха?

Плотность раствора

Вещество	Концентрация (%)	Плотность (г/мл) при 20°C
H_2SO_4	15%	1,1
	40%	1,3
	80%	1,73
	98%	1,83
HNO_3	15%	1,08
	40%	1,25
	80%	1,45
	95%	1,49

$$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} = 1 \text{ г/см}^3$$

Задание 6

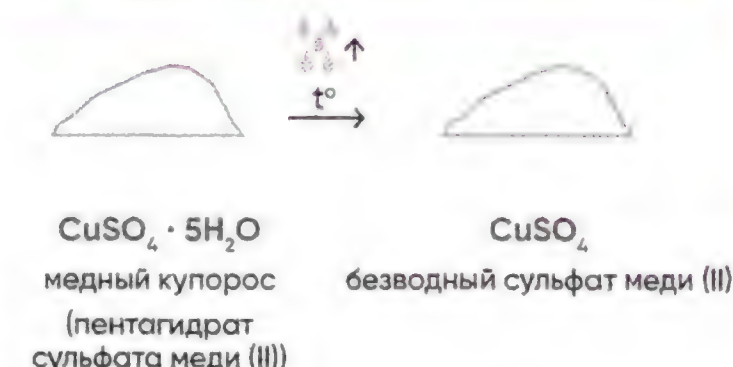
Определите массу щелочи (в граммах), которая содержится в 400 мл 25% раствора гидроксида натрия (плотность 1,27 г/мл). Ответ запишите с точностью до целых.

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра}} / m_{\text{соли}} &= 508 / 12,7 \\ \omega &= 25\% \\ m(\text{NaOH}) &= m_{\text{р-ра}} \cdot \omega = \\ m_{\text{р-ра}} &= \rho \cdot V = 1,27 \cdot 400 = 508 \text{ г} \end{aligned}$$

Ответ: 127 г.

Кристаллогидраты

Названия приставок	
1 – моно-	6 – гекса-
2 – ди-	7 – гепта-
3 – три-	8 – окта-
4 – тетра-	9 – нона-
5 – пента-	10 – дека-



$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ дигидрат сульфата кальция
 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ гексагидрат хлорида кальция
 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ гептагидрат сульфата железа
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ декагидрат карб. натрия

Формула вещества	Тривиальное название
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	медный купорос
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	железный купорос
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	глауберова соль
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	кристаллическая сода
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	гипс
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	двойной суперфосфат

Задание 7

Медный купорос массой 80 г растворили в 300 г воды. Определите массовую долю соли (в %) в полученном растворе. Ответ запишите с точностью до сотых.

Способ 1

Через n (количество вещества)

$$\begin{aligned} n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= 80 / 250 = 0,32 \text{ моль} \\ n(\text{CuSO}_4) &= n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,32 \text{ моль} \\ m(\text{CuSO}_4) &= 0,32 \cdot 160 = 51,2 \text{ г} \\ m_{\text{раствора}} &= 80 + 300 = 380 \text{ г} \\ \omega(\text{CuSO}_4) &= \frac{51,2}{380} \cdot 100\% = 13,47\% \end{aligned}$$

Способ 2

Способ массы

Масса соли	Масса воды	Масса кристаллогидрата
160	90	250
X	Y	80

Ответ: 13,47 %.

Способ массы

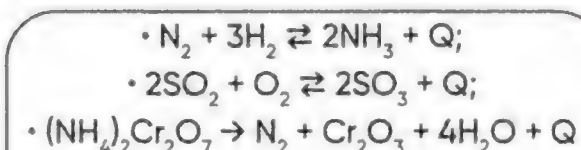
Масса соли	Масса воды	Масса кристаллогидрата
160	90	250
X	Y	80

Тепловой эффект реакции

Тепловой эффект реакции — количество теплоты, которое выделяется или поглощается в результате химической реакции.

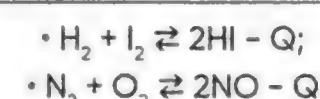
Реакции

Экзотермические



запомнить!

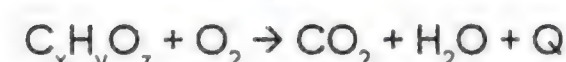
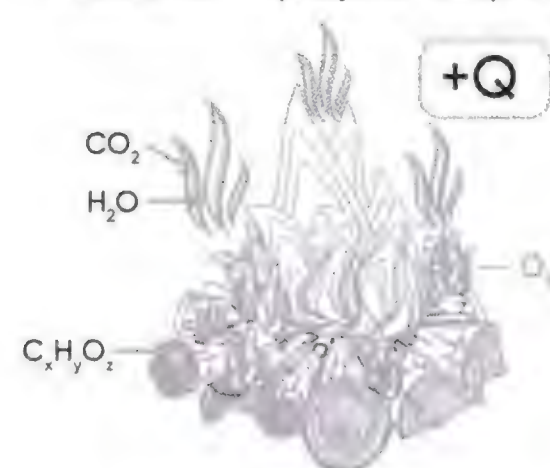
Эндотермические



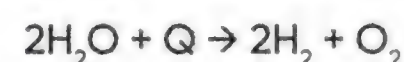
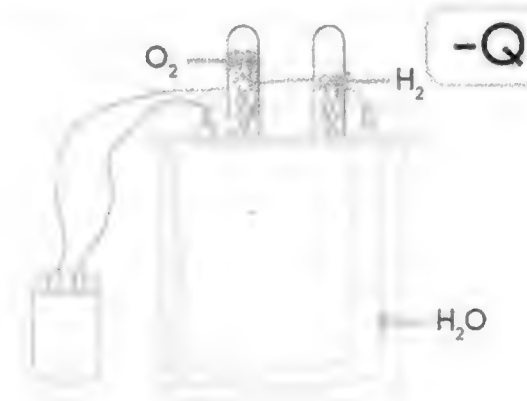
запомнить!

Реакции

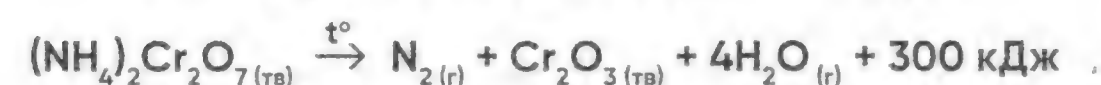
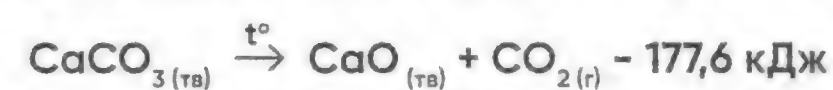
Экзотермические



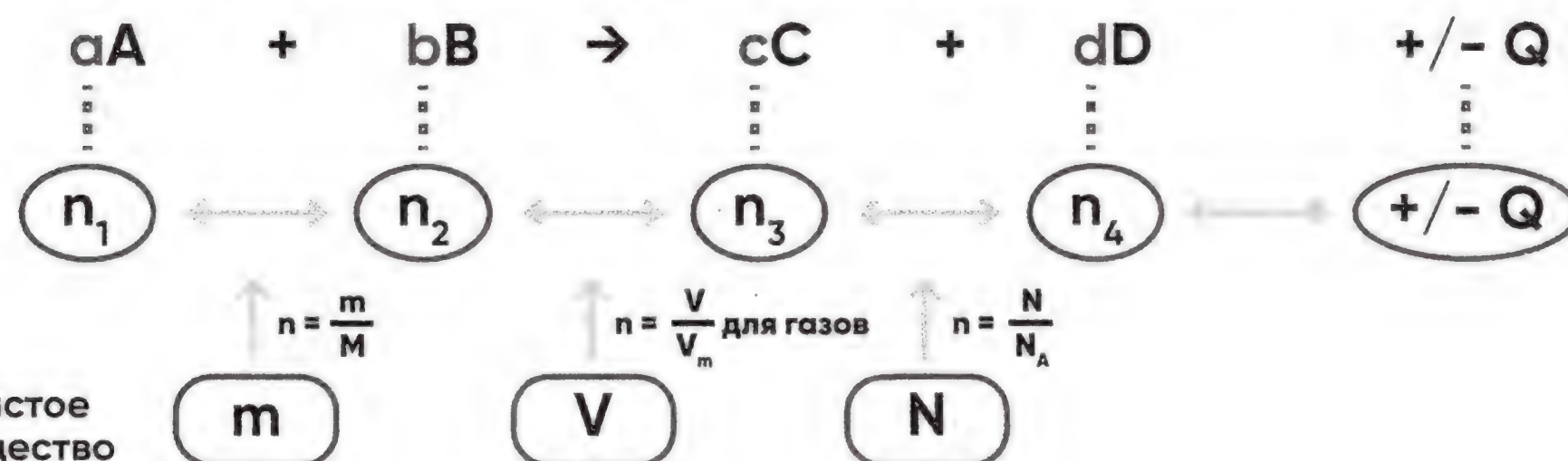
Эндотермические



Термохимическое уравнение реакции

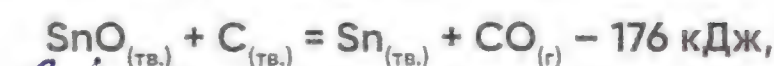


Расчёт по термохимическому уравнению реакции

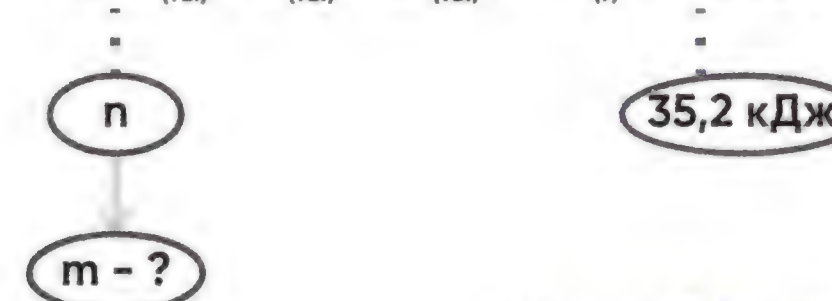


Задание 8 (27 КИМ)

В результате реакции, термохимическое уравнение которой:



поглощено **35,2 кДж** теплоты. Вычислите массу оксида олова (II), взятого для реакции. Запишите число с точностью до целых.



$$\begin{aligned} 1 \text{ моль} & - 176 \text{ кДж} \\ x & - 35,2 \text{ кДж} \\ 0,2 \text{ моль} & \\ m(\text{SnO}) & = 0,2 \cdot 119 = 23,8 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 23,8 г.

Расчётные задачи на химическое равновесие — КИМ 23

Молярная концентрация

Молярная концентрация — это отношение количества вещества компонента к объёму смеси

$$[C] - [\text{моль/л}]$$

n — количество чистого вещества
 V — объём раствора (сосуда)

$$C_M = \frac{n}{V}$$

$$C_M = \frac{m}{V \cdot M}$$

Задание 9

Объём раствора серной кислоты с массовой долей кислоты **15%** составляет **0,5336 л**. Найдите молярную концентрацию кислоты, если плотность раствора равна **1,102 г/мл**. Запишите число с точностью до тысячных.

$$\begin{aligned} c &= \frac{m}{V} = \frac{88,2}{0,5336 \text{ л} \cdot 0,95} = 1,684 \text{ моль/л.} \\ 1,102 \cdot 0,5336 \cdot 0,95 &= 0,5588 \text{ л} \\ m(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 0,15 \cdot 588 = 88,2 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 1,684

Задание 10

Рассчитайте молярную концентрацию веселящего газа массой **26,4 г**, который находился в сосуде объёмом **1,5 л**. Запишите число с точностью до десятых.

$$c = \frac{V}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{26,4}{44 \cdot 1,5} = 0,4 \text{ моль/л}$$

Ответ: 0,4

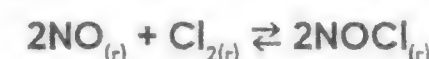
Химическое равновесие



Состояние, в котором скорости прямой и обратной реакции равны, называют **химическим равновесием**.

Задание 11 (23 КИМ)

В реактор постоянного объема поместили некоторое количество оксида азота (II) и хлора. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию Cl_2 (X) и равновесную концентрацию NO (Y).

Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 0,8 моль/л
2. 0,6 моль/л
3. 0,25 моль/л
4. 0,3 моль/л
5. 0,5 моль/л
6. 1,6 моль/л

Реагент	NO	Cl_2	NOCl
Исходная концентрация, моль/л	0,6	X	0
Равновесная концентрация, моль/л	0,1	0,2	0,1

Р-ва	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$		
исх.к.	0,6	0,25	0
прореак.	0,1	0,05	0,1
равн.к.	0,5	0,2	0,1

Ответ: X Y
3 5

Задание 12 (26 КИМ)

Какую массу воды (в граммах) следует выпарить из 10%-ного раствора нитрата калия массой 300 г, чтобы массовая доля растворённого вещества увеличилась в 1,5 раза. В ответе запишите число с точностью до целых.

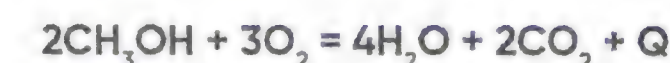
$$\begin{array}{c|c} m_{p-ра} & m_{сол} \\ \hline 300 & 30 \\ \hline W = 10\% \end{array} \xrightarrow{t} \begin{array}{c|c} m_{p-ра} & m_{сол} \\ \hline 300-x & 30 \\ \hline W = 15\% \end{array}$$

300 г р-ра
 $\omega(KNO_3) = 10\%$

Ответ: 100 г.

Задание 13 (27 КИМ)

Вычислите тепловой эффект реакции:



если при сгорании некоторого количества метанола образовалось 80,64 л (н.у.) углекислого газа и выделилось 2613,6 кДж теплоты. Ответ запишите с точностью до целых.

$$3,6x = 5227,2 \quad \sqrt{1CH_3OH} = \frac{80,64}{22,4} = 3,6 \text{ моль}$$

Ответ: 1452 кДж.

Задание 14 (26 КИМ)

Определите массовую долю раствора карбоната калия (в %) при 40°C, если известно, что при охлаждении 454 г насыщенного при 60°C раствора (растворимость равна 127 г K_2CO_3 на 100 г воды) до данной температуры выпал осадок массой 20 г. (Запишите число с точностью до целых).

$$\begin{array}{c|c|c} 40^\circ & m_{(сол)} & m_{(в)} & m_{(р)} \\ \hline & 254-20=234 & 200 & 434 \end{array} \quad \begin{array}{c|c|c} 60^\circ & m_{(сол)} & m_{(в)} & m_{(р)} \\ \hline & 127 & 100 & 227 \\ \hline & 234 & 200 & 434 \end{array}$$

Ответ: 54 %.

Задание 15 (26 КИМ)

К 20%-ному раствору гидроксида калия массой 130 г прилили раствор этого же вещества массой 270 г с неизвестной концентрацией. В результате смешивания получили 17%-ный раствор щёлочи. Определите массовую долю (в процентах) щёлочи во втором растворе. В ответе запишите число с точностью до сотых.

$$\begin{array}{c|c} m_{p-ра} & m_{сол} \\ \hline 130 & 26 \\ \hline W = 20\% \end{array} + \begin{array}{c|c} m_{p-ра} & m_{сол} \\ \hline 270 & x \\ \hline W = ? \end{array} \rightarrow \begin{array}{c|c} m_{p-ра} & m_{сол} \\ \hline 400 & 26+x \\ \hline W = 17\% \end{array}$$

$\omega(KOH) = 17\%$

130 г р-ра
 $\omega(KOH) = 20\%$

Ответ: 15,56 %.

$$0,17 = \frac{26+x}{400}$$

42

Задание 16 (27 КИМ)

Вычислите тепловой эффект реакции:

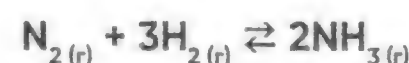


если при полном сгорании 9,28 г метана выделилось 516,2 кДж теплоты. Ответ запишите с точностью до целых.

Ответ: 890 кДж.

Задание 17 (23 КИМ)

В реактор постоянного объема поместили некоторое количество азота и водорода. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию N_2 (X) и равновесную концентрацию H_2 (Y).

Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 0,16 моль/л
2. 0,06 моль/л
3. 0,075 моль/л
4. 0,02 моль/л
5. 0,055 моль/л
6. 0,225 моль/л

Реагент	N_2	H_2	NH_3
Исходная концентрация, моль/л		0,12	
Равновесная концентрация, моль/л	0,035		0,04

В-во $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

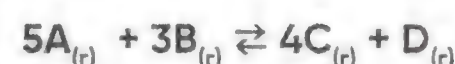
Исх. к.	0,055	0,12	0
прореак	0,02	0,06	0,04
равн. к.	0,035	0,06	0,04

Ответ:

X Y
5 2

Задание 18 (23 КИМ)

В реактор постоянного объема поместили некоторое количество вещества А и вещества В. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие.

Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию А (X) и равновесную концентрацию С (Y). Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 0,45 моль/л
2. 0,75 моль/л
3. 0,05 моль/л
4. 0,6 моль/л
5. 0,88 моль/л
6. 0,0375 моль/л

Реагент	A	B	C	D
Исходная концентрация, моль/л				
Равновесная концентрация, моль/л		0,13		0,15

В-во $5\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons 4\text{C} + \text{D}$

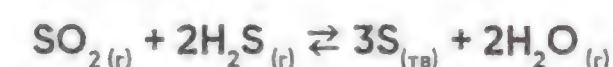
Исх. к.	0,88		0	0
прор.	0,75	0,45	0,6	0,15
равн. к.	0,13		0,6	0,15

Ответ:

X Y
5 4

Задание 19 (23 КИМ)

В реактор объемом 6 л поместили некоторое количество сернистого газа и сероводорода. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите количество вещества H_2S (X) в момент равновесия и исходное количество SO_2 (Y). Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 2,4 моль
2. 0,2 моль
3. 3,6 моль
4. 0,6 моль
5. 1,2 моль
6. 1,8 моль

Реагент	SO_2	H_2S	S	H_2O
Исходная концентрация, моль/л		0,8		
Равновесная концентрация, моль/л	0,2			0,2

В-во $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

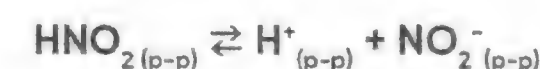
Исх. к.	0,3	0,8	0	0
прореак	0,1	0,2	0,3	0,2
равн. к.	0,2	0,6	0,3	0,2

Ответ:

X Y
3 6

Задание 20 (23 КИМ)

В колбу поместили 392 г раствора азотистой кислоты плотностью 1,12 г/мл. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите массу азотистой кислоты (X) в момент равновесия и массу образовавшихся нитрит-ионов NO_2^{-} (Y). Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 2,576 г
2. 15,04 г
3. 5,264 г
4. 25,76 г
5. 52,64 г
6. 7,36 г

Реагент	HNO_2	H^{+}	NO_2^{-}
Исходная концентрация, моль/л	0,48		
Равновесная концентрация, моль/л			0,16

В-во $\text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^{+} + \text{NO}_2^{-}$

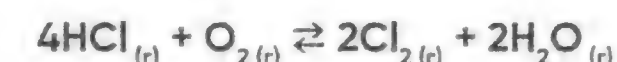
Исх. к.	0,48	0	0
прореак	0,16	0,16	0,16
равн. к.	0,32	0,16	0,16

Ответ:

X Y
3 1

Задание 21 (23 КИМ)

В реактор с постоянным объемом поместили газообразный хлороводород и кислород. В результате протекания обратимой реакции:



в реакционной системе установилось химическое равновесие. Используя данные, приведённые в таблице, определите исходную концентрацию O_2 (X) и равновесную концентрацию Cl_2 (Y). Выберите из списка номера правильных вариантов ответа:

1. 0,6 моль/л

2. 0,5 моль/л

3. 0,4 моль/л

4. 0,35 моль/л

5. 0,2 моль/л

6. 0,3 моль/л

Реагент

HCl

O₂Cl₂H₂OИсходная концентрация,
моль/л

0,8

Равновесная концентрация,
моль/л

0,2

0,2

В-во

$$4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

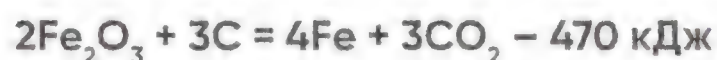
исх.к	0,8	0,35	0	0
прореаг	0,6	0,15	0,3	0,3
равн.к.	0,2	0,2	0,3	0,3

Ответ:

X	Y
4	6

Задание 22 (27 КИМ)

В результате реакции, термохимическое уравнение которой:



выделилось **6,6 г** углекислого газа. Вычислите количество поглотившейся теплоты (в кДж).
 Ответ запишите с точностью до десятых.

Ответ: 23,5 кДж.

$m = 6,6 \text{ г}$
 $n(\text{CO}_2) = 6,6 / 44 = 0,15 \text{ моль}$
 3 моль — 470 кДж
 0,15 моль — x

Задание 23 (27 КИМ)

В результате реакции, термохимическое уравнение которой:



выделилось **329,2 кДж** теплоты. Вычислите массу (в граммах) прореагировавшего железа.
 Ответ запишите с точностью до десятых.

Ответ: 44,8 г.

4 моль — 1646 кДж
 0,8 моль — 329,2 кДж
 $m(\text{Fe}) = 0,8 \cdot 56 \text{ г} = 44,8 \text{ г}$

Задача 33

Будьте внимательны!

Очень важно правильно распределять время на экзамене.

1. 33 задача не для всех

- если не умеете решать – не тратьте время (в этом случае гораздо полезнее еще раз проверить всё остальное)
- даже без решения 33 задачи можно получить ~ 90 баллов

2. Правильно написанные реакции из 33 задачи помогут получить 1 балл

3. Лучше оставлять 33 задачу на конец

4. Если осталось мало времени – решайте сразу на чистовик

(если что, неверное решение можно перечеркнуть, за это не снимают баллы)

Оценивание 33 задания ЕГЭ по химии



Некоторые подробности оформления задания 33 ЕГЭ

• Если в соответствии с условием задания должно быть определено вещество, взятое в избытке, а в ответе экзаменуемого отсутствует указание на избыток этого вещества, но ход дальнейших вычислений правильный, то в этом случае элемент ответа считается **верным**.

• В случае наличия в ответе экзаменуемого ошибок в вычислениях (**не более трёх**), которые привели к неверному ответу, оценка за выполнение задания снижается только на **1 балл**.

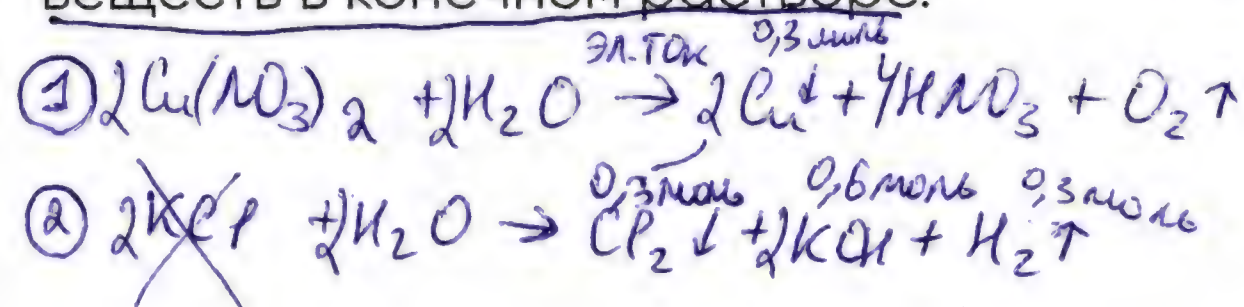
• Если в ответе экзаменуемого не указаны единицы измерения искомых физических величин (**более четырёх**), то оценка за выполнение задания снижается на **1 балл**.

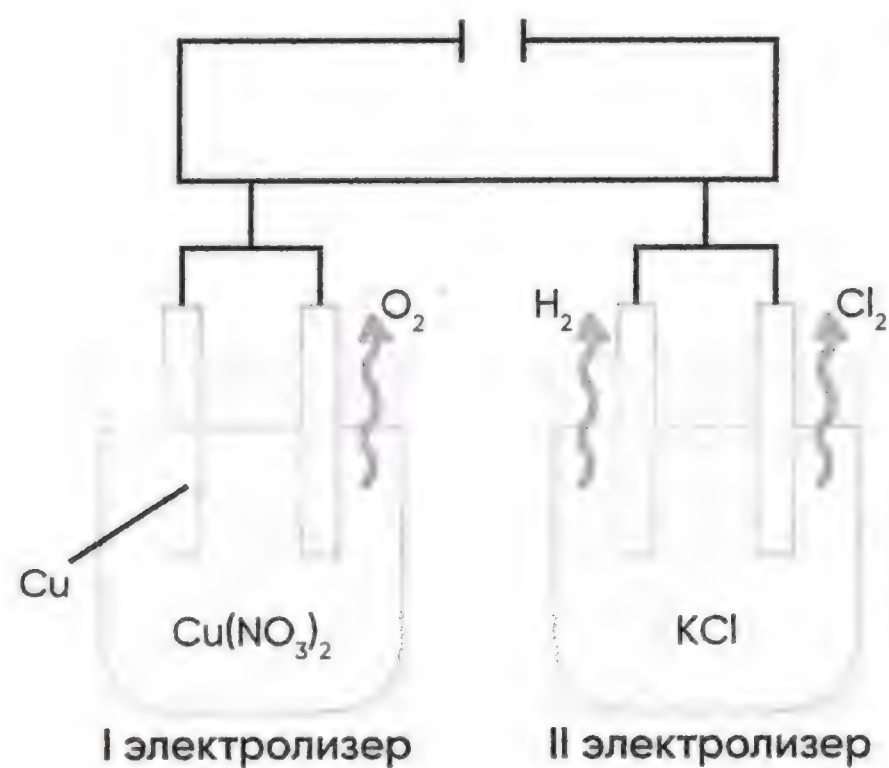
• Если допущена ошибка **хотя бы в одном** из уравнений реакций, даже при условии, что она не влияет на ход дальнейших вычислений, то за этот элемент ответа выставляется 0 баллов.

• Вычисления молярной массы веществ можно не приводить.

Задание 1 (33 КИМ)

Через последовательно соединенные электролизеры, заполненные по **300 г** растворами нитрата меди (II) и хлорида калия, пропускали электрический ток до тех пор, пока на одном из электродов не выделилось **19,2 г** металла. При этом весь хлорид калия полностью подвергся электролизу. К раствору, полученному после электролиза хлорида калия, добавили **329,5 г** раствора нитрата серебра с массовой долей атомов серебра **11,47%**. Рассчитайте массовые доли веществ в конечном растворе.

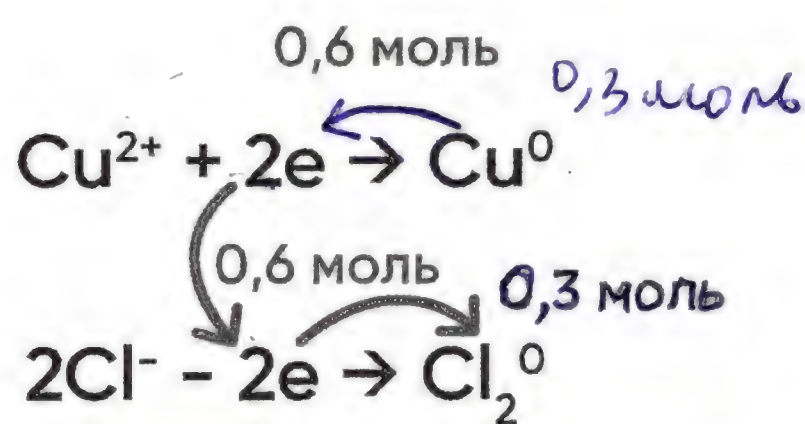




$$V(\text{Cu}) = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ моль}$$

Последовательное соединение электролизеров означает, что через каждый из них проходит одинаковое количество электричества (то есть электронов).

При восстановлении **0,3 моль** ионов Cu^{2+} принимается **0,6 моль** электронов, тогда:

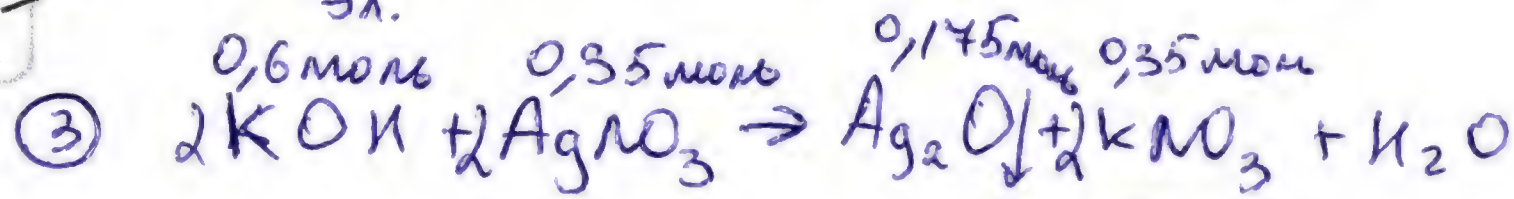


$$V(\text{KOH}) = 0,6 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,3 \cdot 2 = 0,6 \text{ г.}$$

$$m(\text{Cl}_2) = 0,3 \cdot 71 = 21,3 \text{ г.}$$

$$m_{\text{р-ра}} = 300 - 0,6 - 21,3 = 278,1 \text{ г.}$$



$$11,47\%$$

$$W(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{m_{\text{р-ра}}} \cdot 100\%$$

$$m(\text{Ag}) = V(\text{Ag}) \cdot M$$

$$\text{Пусть } V_{\text{исх}}(\text{AgNO}_3) = x \text{ моль} \Rightarrow V(\text{Ag}) = V(\text{AgNO}_3) = x \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = 108 \cdot x$$

$$11,47\% = \frac{108x}{329,5} \cdot 100\%$$

$$0,1147 = \frac{108x}{329,5}$$

$$108x = 37,79365$$

$$x = 0,35 \text{ моль}$$

$$V_{\text{ост}}(\text{KOH}) = 0,6 - 0,35 = 0,25 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост}}(\text{KOH}) = 0,25 \cdot 56 = 14 \text{ г.}$$

$$V(\text{KNO}_3) = 0,35 \text{ моль}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 0,35 \cdot 101 = 35,35 \text{ г.}$$

$$m_{\text{кон. р-ра}} = 278,1 + 329,5 - 40,6 = 567 \text{ г.}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,175 \cdot 232 = 40,6 \text{ г.}$$

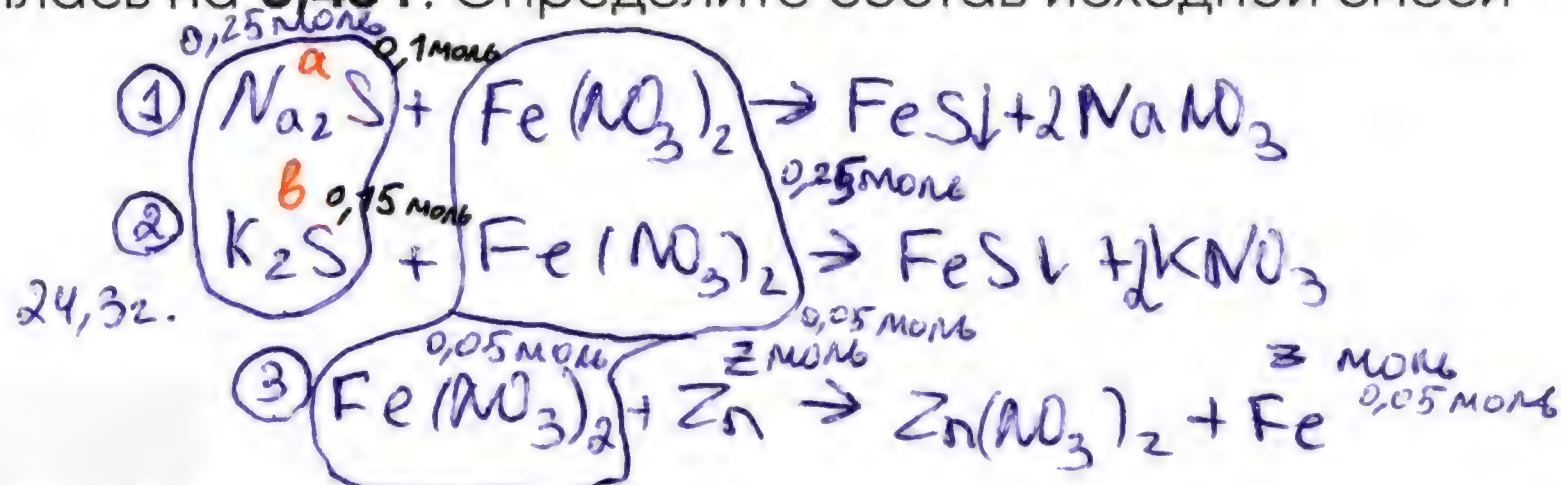
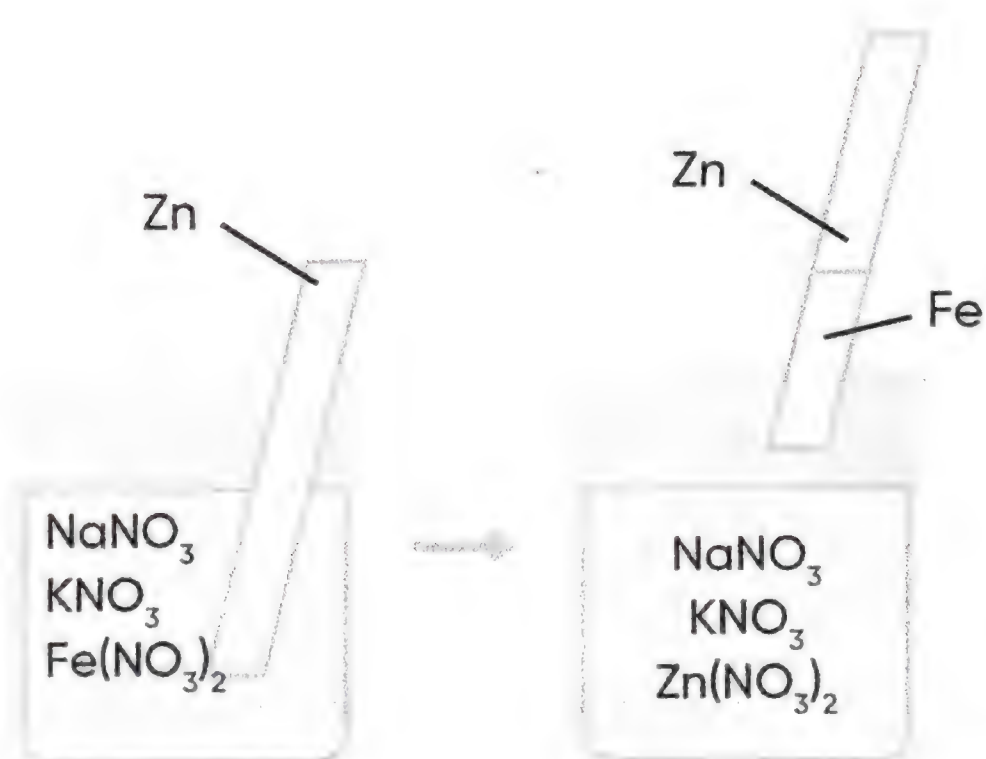
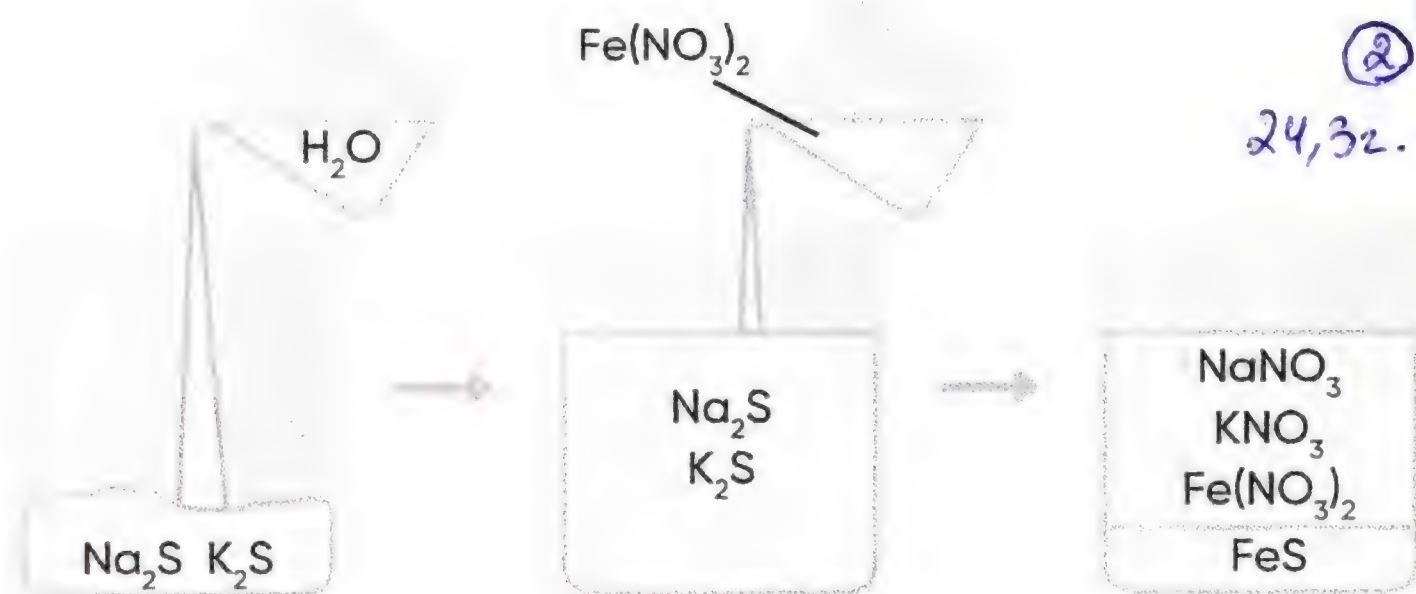
$$W(\text{KOH}) = \frac{14}{567} \cdot 100\% = 2,5\%$$

$$W(\text{KNO}_3) = \frac{35,35}{567} \cdot 100\% = 6,2\%$$

Отв: 2,5%; 6,2%

Задание 2 (33 КИМ)

Навеску сульфидов калия и натрия общей массой **24,3 г** растворили в воде и к полученному раствору добавили раствор нитрата железа (II) массой **270 г** с массовой долей кислорода **81,78%**. После отделения осадка в фильтрат поместили цинковую пластинку до прекращения реакции. При этом масса пластинки изменилась на **0,45 г**. Определите состав исходной смеси солей в % по массе.



В р-ре $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$:

Пусть $\nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = x$ моль;

$\nu(\text{K}_2\text{O}) = y$ моль

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 180x \text{ г.}$$

$$m(\text{K}_2\text{O}) = 18y \text{ г.}$$

$$180x + 18y = 240$$

$$\nu_2(\text{O}) = \nu(\text{K}_2\text{O}) = y \text{ моль}$$

$$\nu_1(\text{O}) = 6 \cdot \nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 6x \text{ моль}$$

$$m(\text{O}) = 16 \cdot (6x + y) = 96x + 16y \text{ г.}$$

$$81,78\% = \frac{96x + 16y}{240}$$

$$\begin{cases} 180x + 18y = 240 \\ 0,8178 = \frac{96x + 16y}{240} \end{cases}$$

$$18y = 240 - 180x$$

$$y = 15 - 10x$$

$$0,8178 = \frac{96x + 16 \cdot (15 - 10x)}{240}$$

$$0,8178 = \frac{96x + 240 - 160x}{240}$$

$$0,8178 = \frac{-64x + 240}{240}$$

$$220,806 = -64x + 240$$

$$-19,194 = -64x$$

$$x = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{исх}}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 0,3 \text{ моль}$$

$$y = 15 - 10 \cdot 0,3 = 15 - 3 = 12 \text{ моль}$$

$$\Delta m = m(\text{Zn}) - m(\text{Fe})$$

Пусть $\nu(\text{Zn}) = \nu(\text{Fe}) = z$ моль

$$m(\text{Zn}) = 65z \text{ г.}; m(\text{Fe}) = 56z \text{ г.}$$

$$0,45 = 65z - 56z$$

$$0,45 = 9z$$

$$z = 0,05 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) \text{ в 3 р-ции} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu_{1/2}(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2) = 0,3 - 0,05 = 0,25 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{K}_2\text{S}) + \nu(\text{Na}_2\text{S}) = 0,25 \text{ моль}$$

Пусть $\nu(\text{Na}_2\text{S}) = a \text{ моль}$; $\nu(\text{K}_2\text{S}) = b \text{ моль}$

$$a + b = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 78a \text{ г.}$$

$$m(\text{K}_2\text{S}) = 110b \text{ г.}$$

$$\begin{cases} a + b = 0,25 \text{ моль} \\ 78a + 110b = 24,3 \end{cases}$$

$$78a + 110b = 24,3$$

$$b = 0,25 - a$$

$$78a + 110 \cdot (0,25 - a) = 24,3$$

$$78a + 27,5 - 110a = 24,3$$

$$-32a = -3,2$$

$$a = 0,1 \text{ моль}$$

$$b = 0,25 - 0,1 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{S}) = 0,1 \cdot 78 = 7,8 \text{ г.}$$

$$m(\text{K}_2\text{S}) = 110 \cdot 0,15 = 16,5 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{7,8}{24,3} \cdot 100\% = 32,1\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{S}) = 100\% - 32,1 = 67,9\%$$

Отв: $\omega(\text{Na}_2\text{S}) = 32,1\%$; $\omega(\text{K}_2\text{S}) = 67,9\%$

Электролиз растворов солей

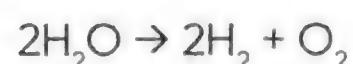
Электролиз воды

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается

+ кислородсодержащий анион
(кроме анионов карбоновых кислот) и F⁻

Пример: электролиз раствора Na₂SO₄

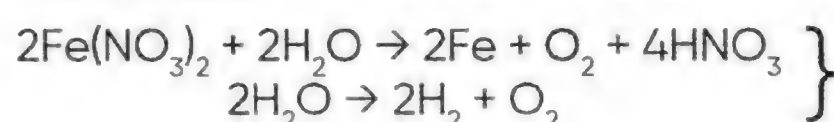


Электролиз соли параллельно с электролизом воды

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается

Пример: электролиз раствора Fe(NO₃)₂



Электролиз соли последовательно с электролизом воды

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается

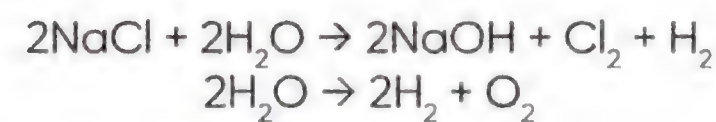
+ бескислородный анион (кроме F⁻)

или

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается

Пример: электролиз раствора NaCl



Задание 3 (33 КИМ)

66,2 г смеси цинкового купороса ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), содержащего 59,21% кислорода по массе, растворили в 300 мл дистиллированной воды. Полученный раствор разделили на две равные части. Через первую часть раствора пропускали электрический ток до тех пор, пока обе соли не подверглись электролизу и на электродах не собрали 2,24 л (н.у.) газа. Ко второй части раствора прилили избыток раствора гидроксида натрия, при этом выпал осадок. Рассчитайте массу выпавшего осадка и массовую долю серной кислоты в растворе, полученном после электролиза.

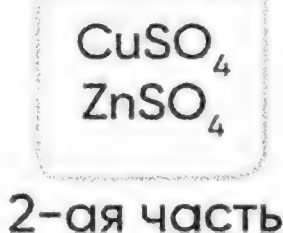
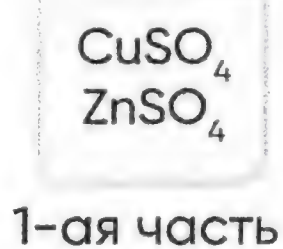
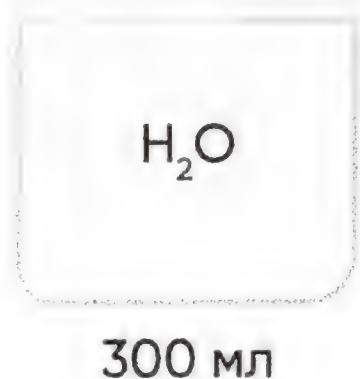
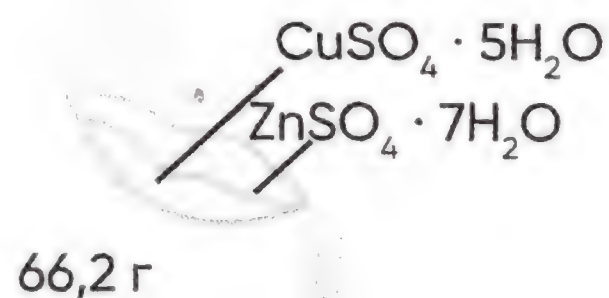
Пусть $\nu(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = y \text{ моль}$

$$\left. \begin{aligned} m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) &= 287x \text{ г.} \\ m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= 250y \text{ г.} \end{aligned} \right\} 66,2 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{O}) = 11x \text{ моль в } \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$$

$$\nu(\text{O}) = 9y \text{ моль в } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

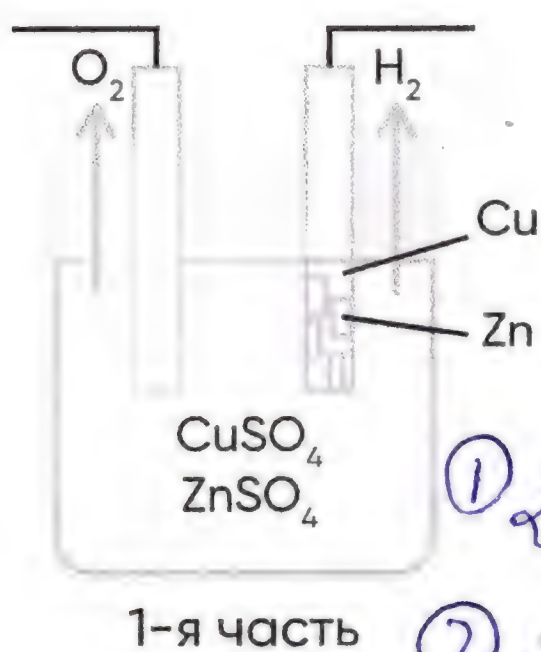
$$m(\text{O}) = (11x + 9y) \cdot 16 = 176x + 144y \text{ г.}$$



$$m_{p-pa} = 300 + 66,2 = 366,2 \text{ г}$$

Первая часть

$$m_{p-pa} = \frac{366,2}{2} = 183,1 \text{ г}$$

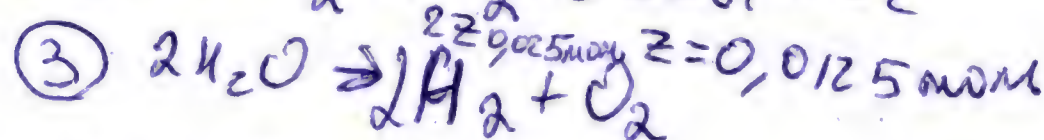
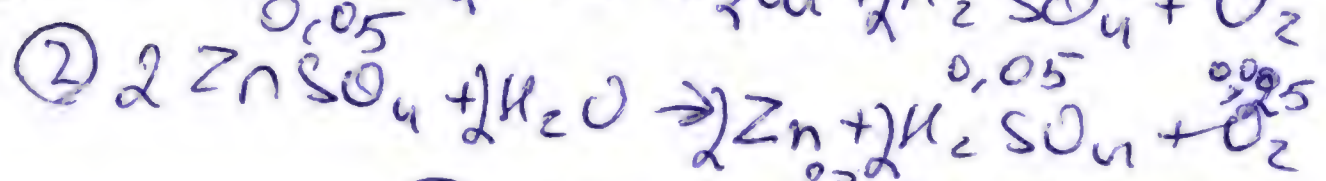
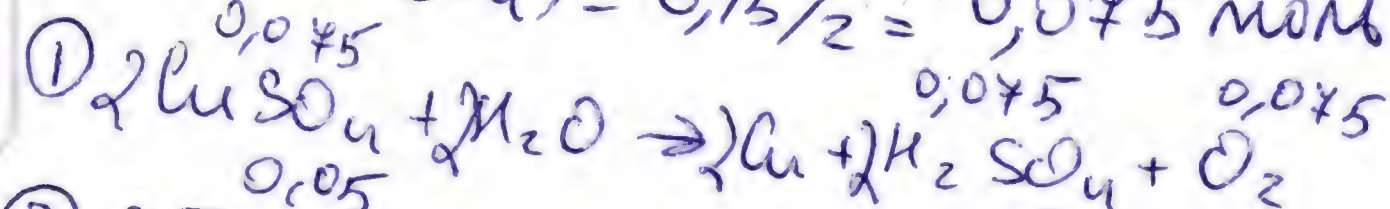


$$\nu(\text{ZnSO}_4) = \nu(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{ZnSO}_4) = 0,1/2 = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuSO}_4) = 0,15/2 = 0,075 \text{ моль}$$



$$\nu(\text{O}_2) = 0,0375 \text{ моль}, \nu_2(\text{O}_2) = 0,025 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{вод}}(\text{разб}) = 2,24/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu_3(\text{O}_2 \text{ и } \text{H}_2) = 0,1 - 0,0375 - 0,025 = 0,0375 \text{ моль}$$

$$\text{Пусть } \nu_3(\text{O}_2) = z \text{ моль}$$

$$2z + z = 0,0375$$

$$3z = 0,0375$$

$$z = 0,0125 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{вод}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,075 + 0,05 = 0,125 \text{ моль}$$

$$m_{\text{вод}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,125 \cdot 98 = 12,25 \text{ г}$$

$$m_{p-pa} =$$

$$m(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,05 = 3,25 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,075 = 4,8 \text{ г}$$

$$m(\text{O}_2) = (0,025 + 0,075) \cdot 32 = 2 \text{ г}$$

$$m_3(\text{H}_2\text{O}) = 0,025 \cdot 18 = 0,45 \text{ г} = m_2(\text{H}_2 + \text{O}_2)$$

$$m_{p-pa} = 183,1 - 3,25 - 4,8 - 2 - 0,45 = 172,6 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{12,25}{172,6} \cdot 100\% = 7,1\%$$

$$\begin{cases} 284x + 250y = 66,2 \\ 176x + 144y = 39,2 \end{cases}$$

$$176x + 144y = 39,2$$

$$144y = 39,2 - 176x$$

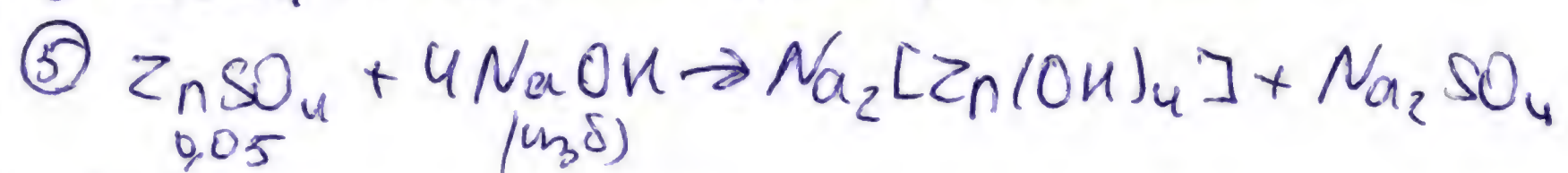
$$250y = -284x + 66,2$$

$$y = 0,2648 - 1,148x$$

$$176x + 144 \cdot (0,2648 - 1,148x) = 39,2$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

$$y = 0,2648 - 1,148 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ моль}$$



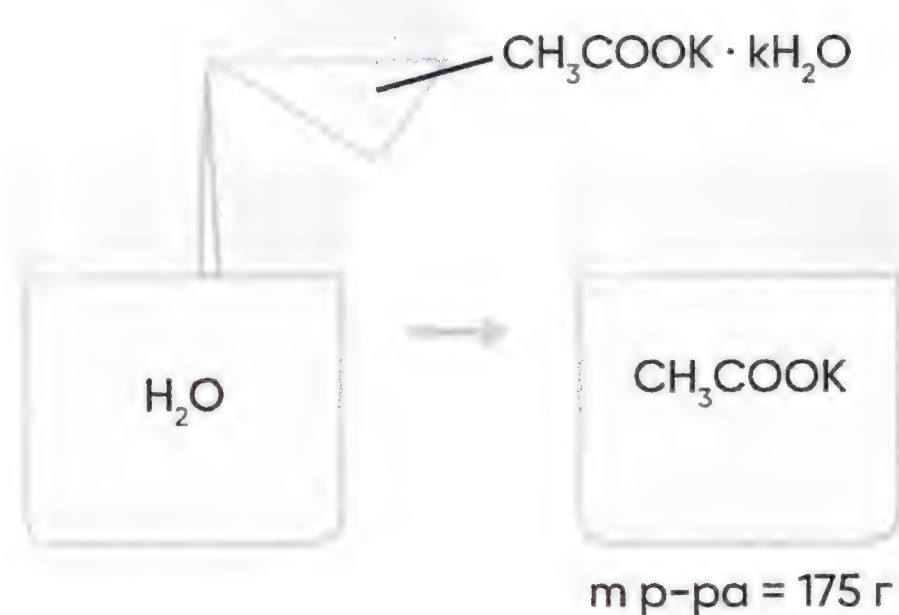
$$V(\text{Cu(OH)}_2) = 0,045 \text{ моль}$$

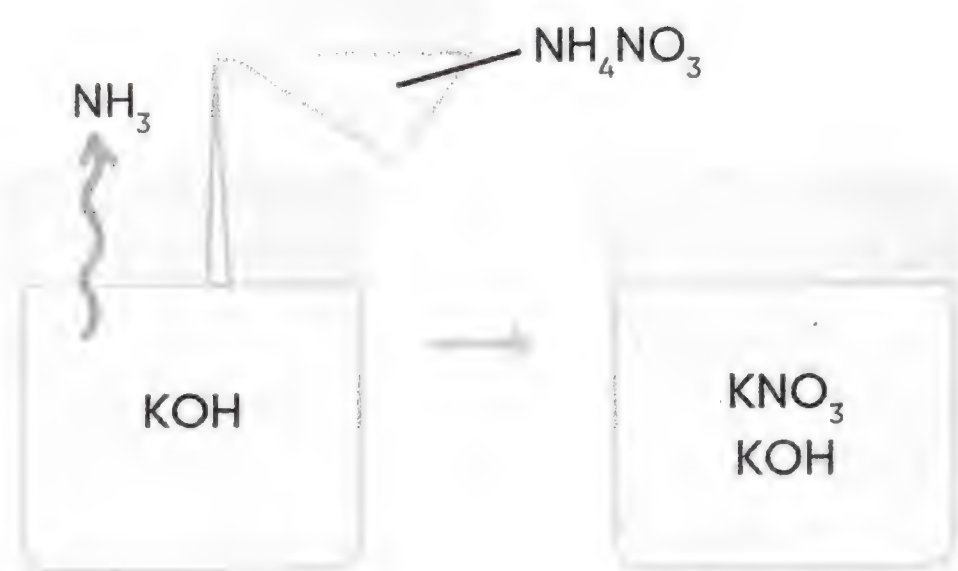
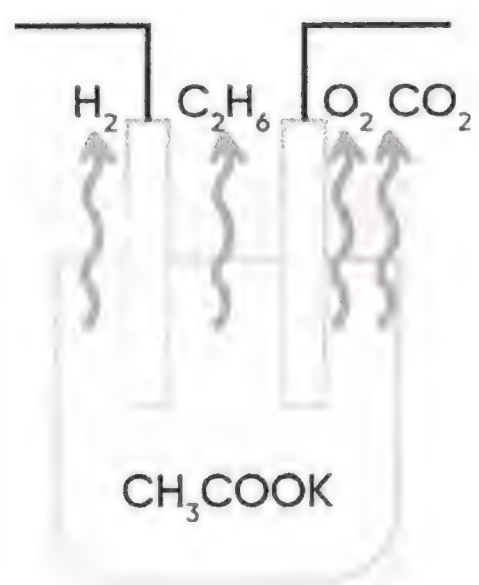
$$M(\text{Cu(OH)}_2) = 0,045 \cdot 98 = \textcircled{4,35 \text{ г}}$$

Отв: 4,1%; 4,35 г.

Задание 4 (33 КИМ)

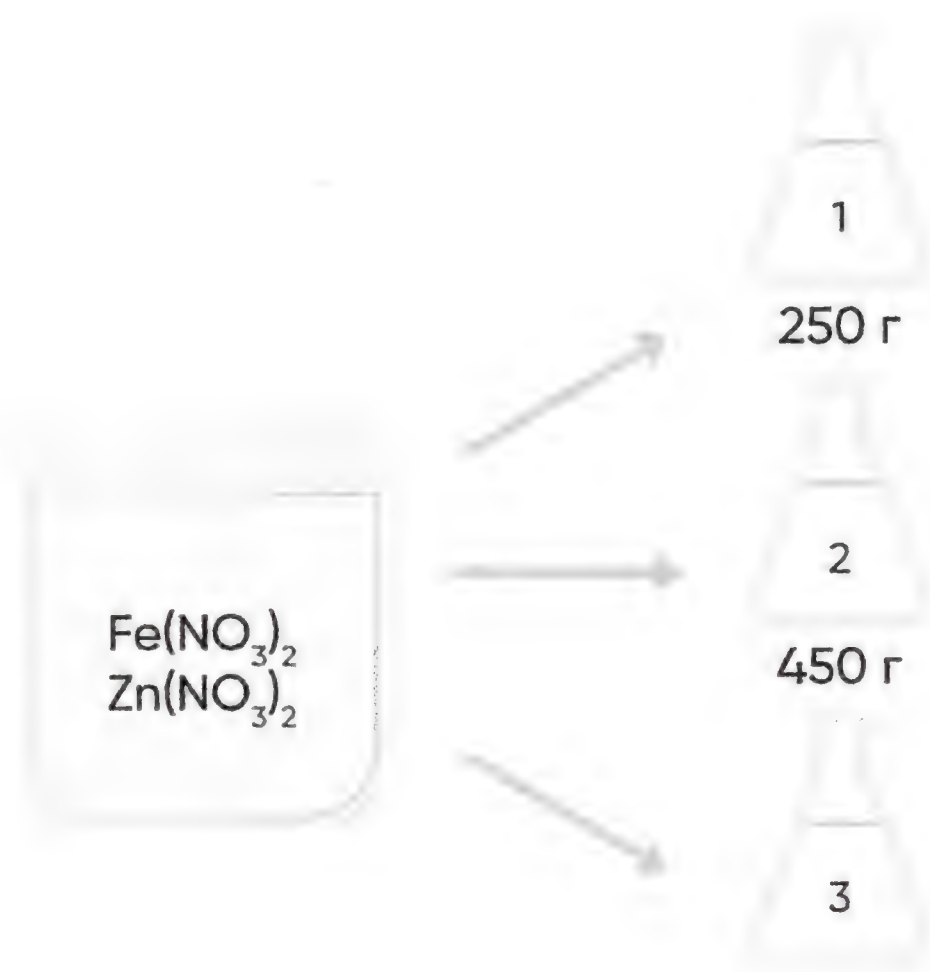
Растворимость некоторого кристаллогидрата ацетата калия при некоторой температуре составляет **250 г** на **100 г** воды. При этой температуре приготовили насыщенный раствор ацетата калия массой **175 г**. Раствор подвергли электролизу на инертных электродах до тех пор, пока не выделилось некоторое количество газообразных продуктов с соотношением атомов углерода и водорода равным **5:12** соответственно. К полученному раствору прилили **320 г 20%-го** раствора нитрата аммония, в результате чего образовался раствор с массовой долей щелочи **2,7%**. Определите формулу исходного кристаллогидрата. Промежуточные вычисления при необходимости округляйте до двух значащих цифр.

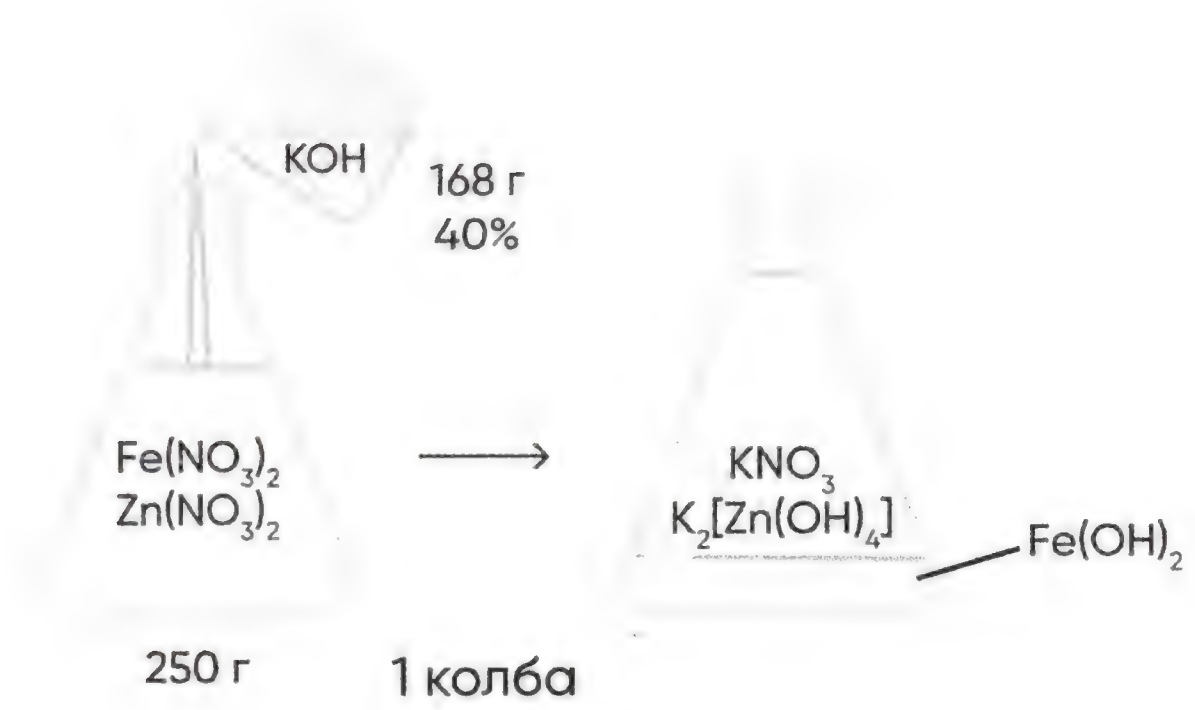
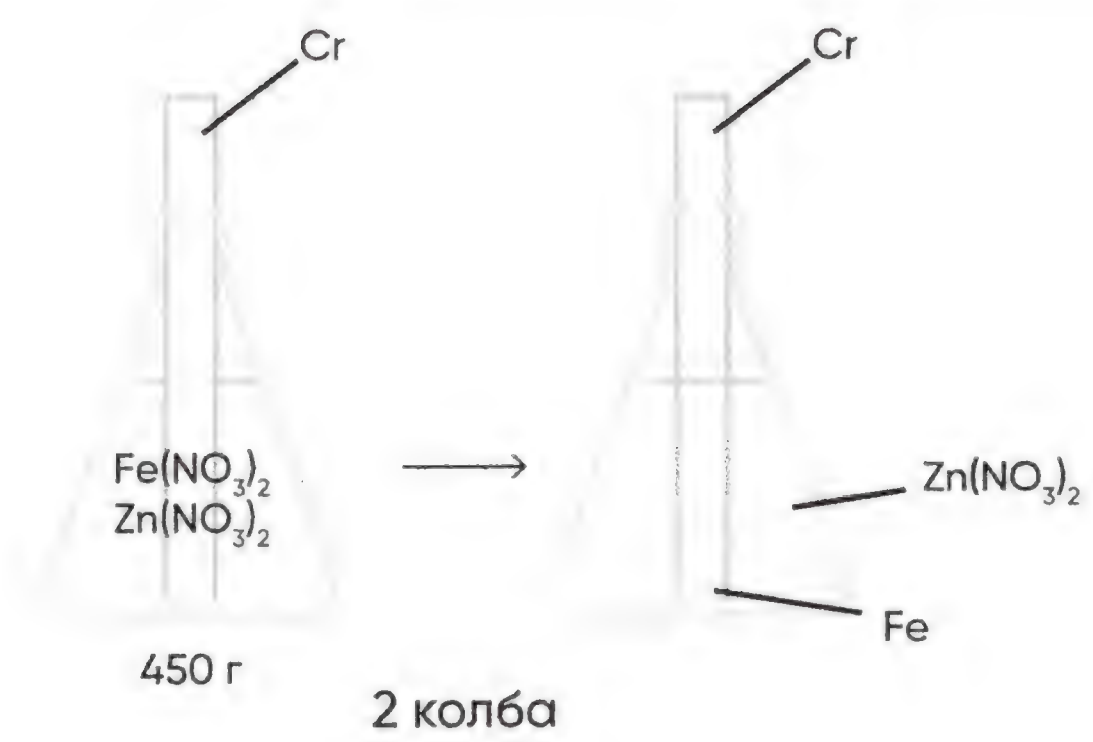




Задание 5 (33 КИМ)

Раствор, содержащий нитрат железа (II) и нитрат цинка, разлили по трем колбам. К **250 г** раствора в первой колбе добавили **168 г 40%**-ного раствора гидроксида калия. После завершения реакции массовая доля гидроксида калия в образовавшемся растворе составила **1,42%**. К **450 г** раствора во второй колбе добавили хромовую пластинку, в результате чего после окончания реакции масса пластинки увеличилась на **1,08 г**. Вычислите массовую долю (в %) каждой из солей в третьей колбе.





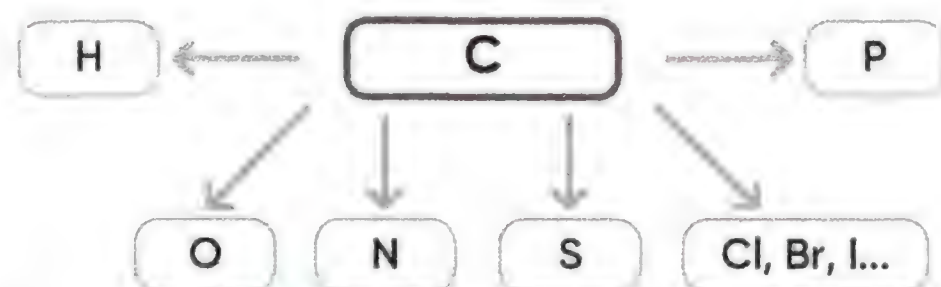
ДЕНЬ 6

Основы органики. Классификация органики. УВ: алканы, алкены, циклоалканы, алкадиены, алкины, арены,
34 задания

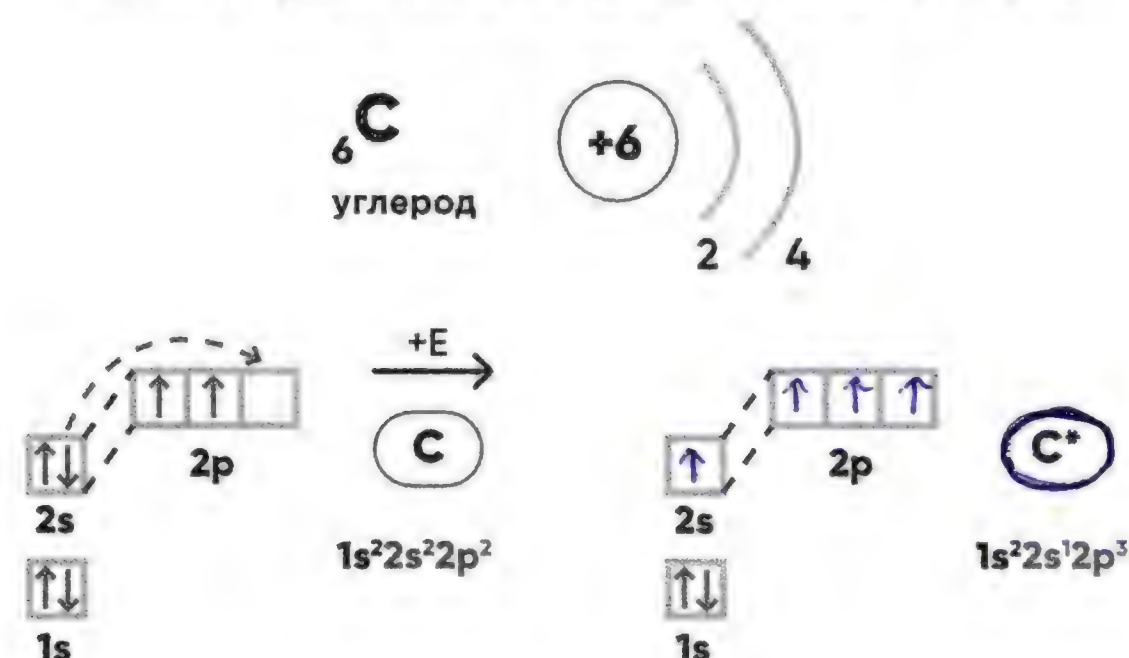
Основы органической химии. Классификация органических веществ и реакций.

Основы органической химии Что такое органическая химия?

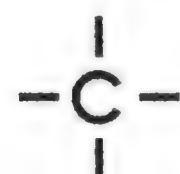
Органическая химия – это раздел химической науки, в котором изучаются соединения углерода.



Электронное строение атома C

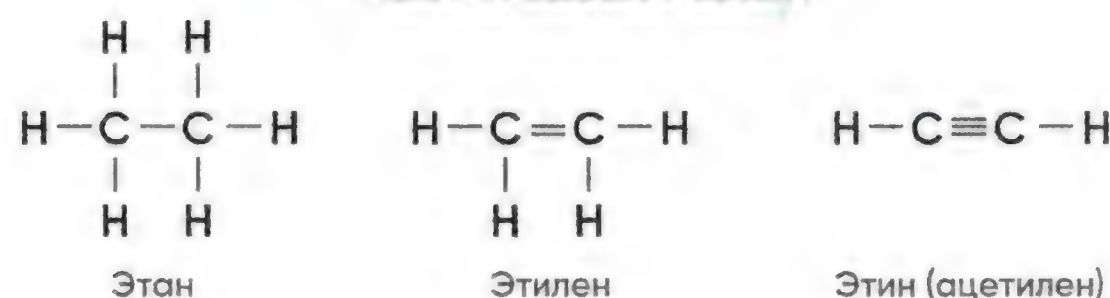


Чаще всего в органике возбужден



Углерод в органических соединениях ЧЕТЫРЁХвалентный!

Какими бывают связи?



σ - связь

π - связь

менее прочное, чем σ-связь

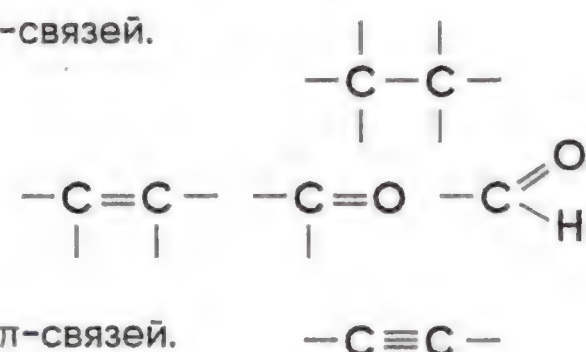
Какие бывают связи?

Кратные связи являются сочетанием σ- и π-связей.

Одинарная связь – только σ-связь.

Двойная связь – сочетание одной σ и одной π-связи.

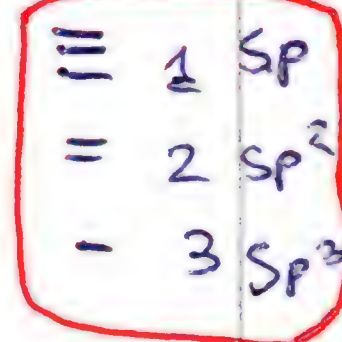
Тройная связь – сочетание одной σ и двух π-связей.



Гибридизация

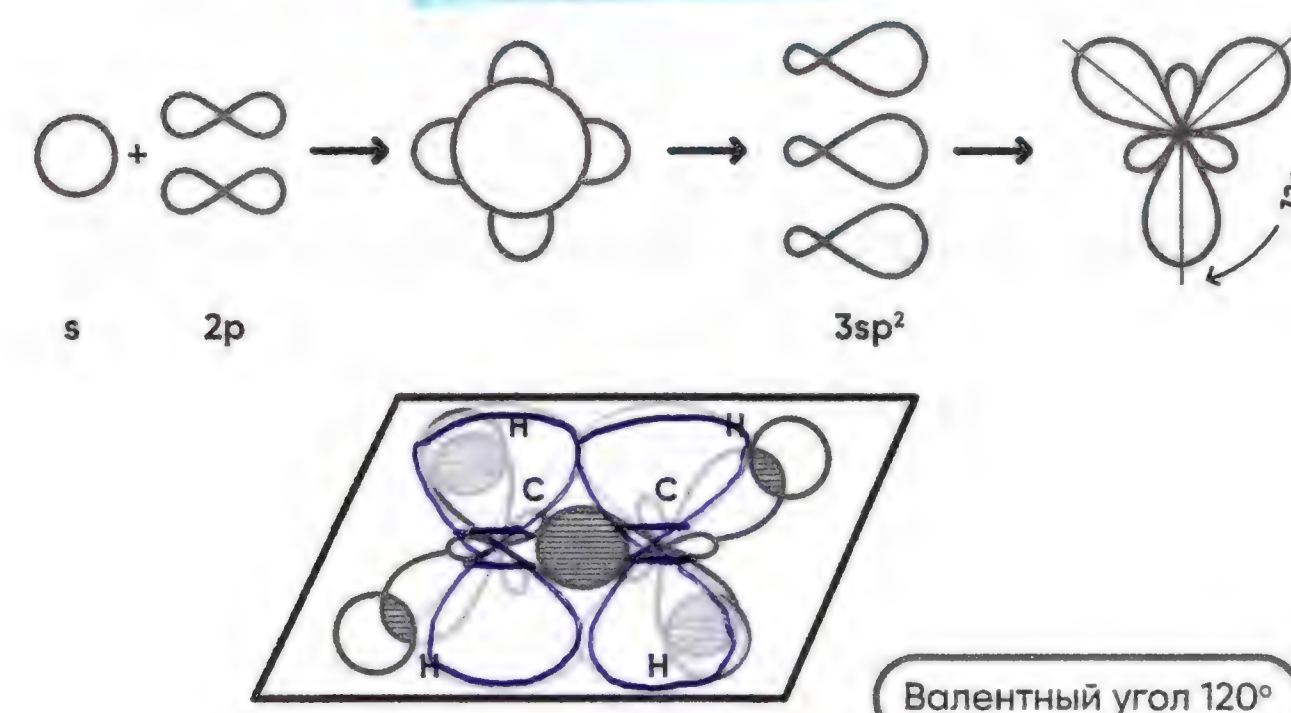
Гибридизация – это способ (математический прием), с помощью которого можно объяснить пространственное строение молекул.

sp³-гибридизация

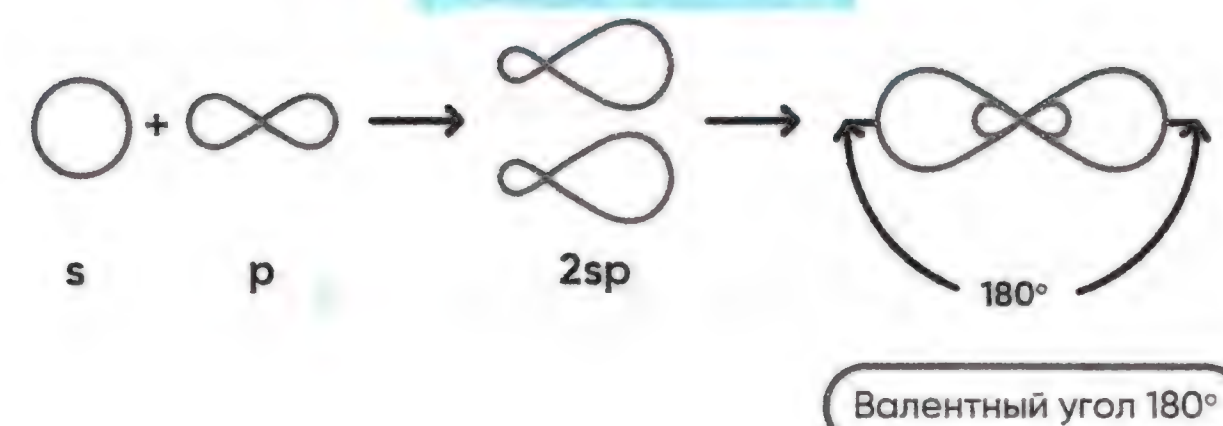


Если у углерода только одинарные связи, то атомы углерода – в sp³-гибридизации

sp²-гибридизация

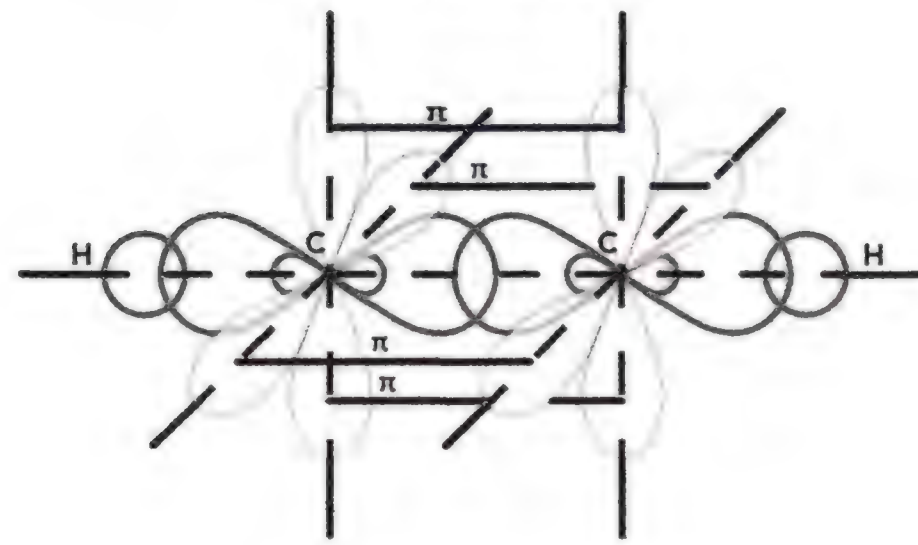


sp-гибридизация



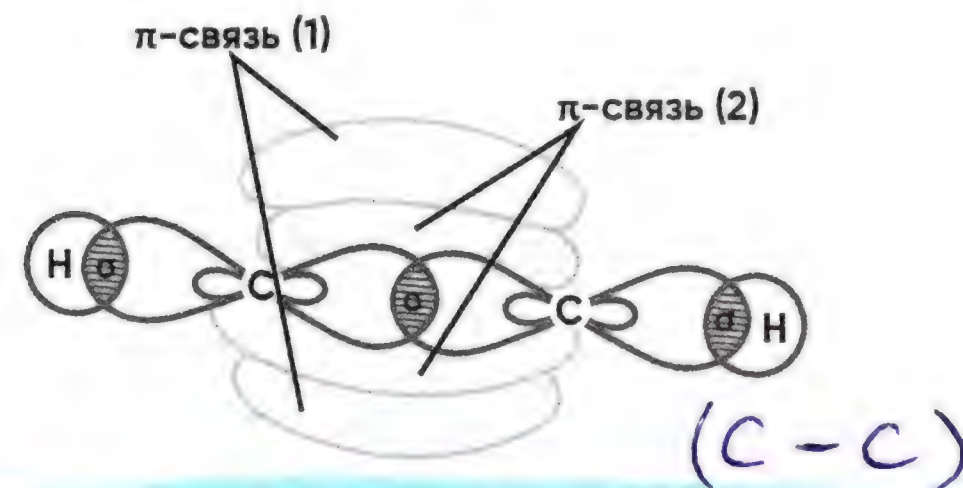
Молекула ацетилена $C\equiv C$

sp-гибридизация



sp-гибридизация

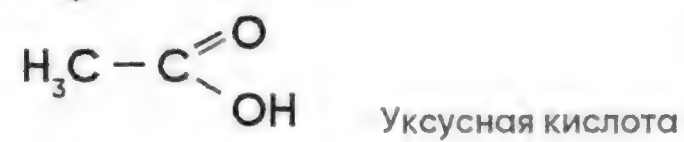
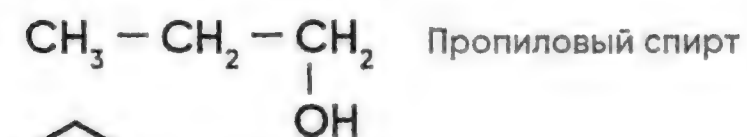
Имеет линейное строение



Предельные и непредельные соединения

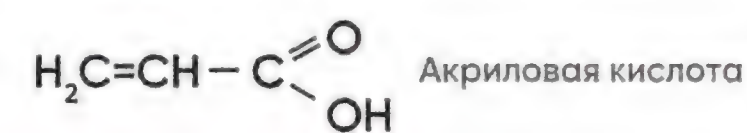
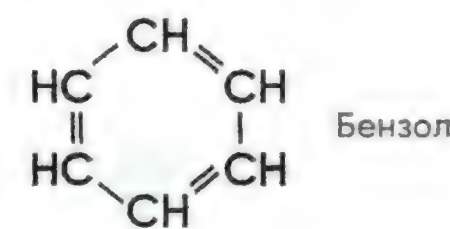
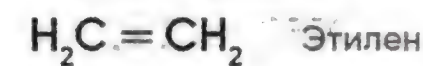
Предельные соединения – это соединения, содержащие только одинарные связи между атомами углерода.

Насыщенные



Непредельные соединения – это соединения, содержащие двойные и тройные связи между атомами углерода.

Ненасыщенные



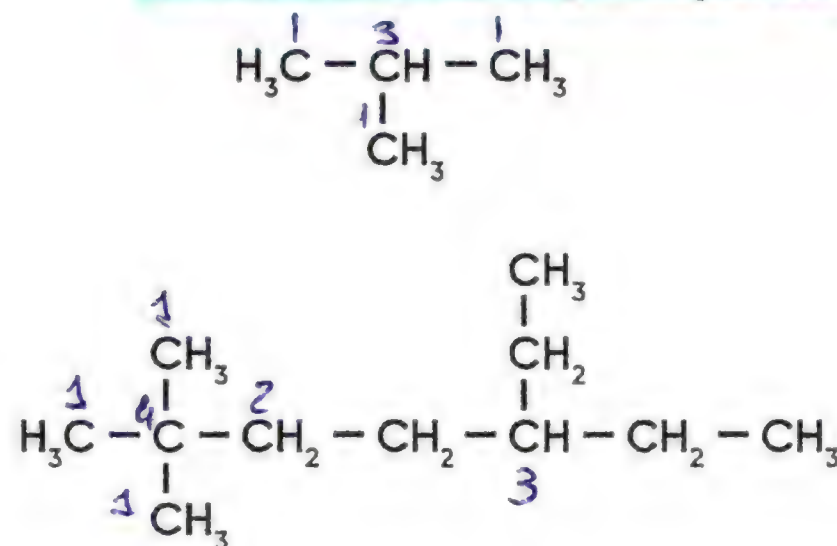
Типы атомов углерода

первичный

вторичный

третичный

четвертичный

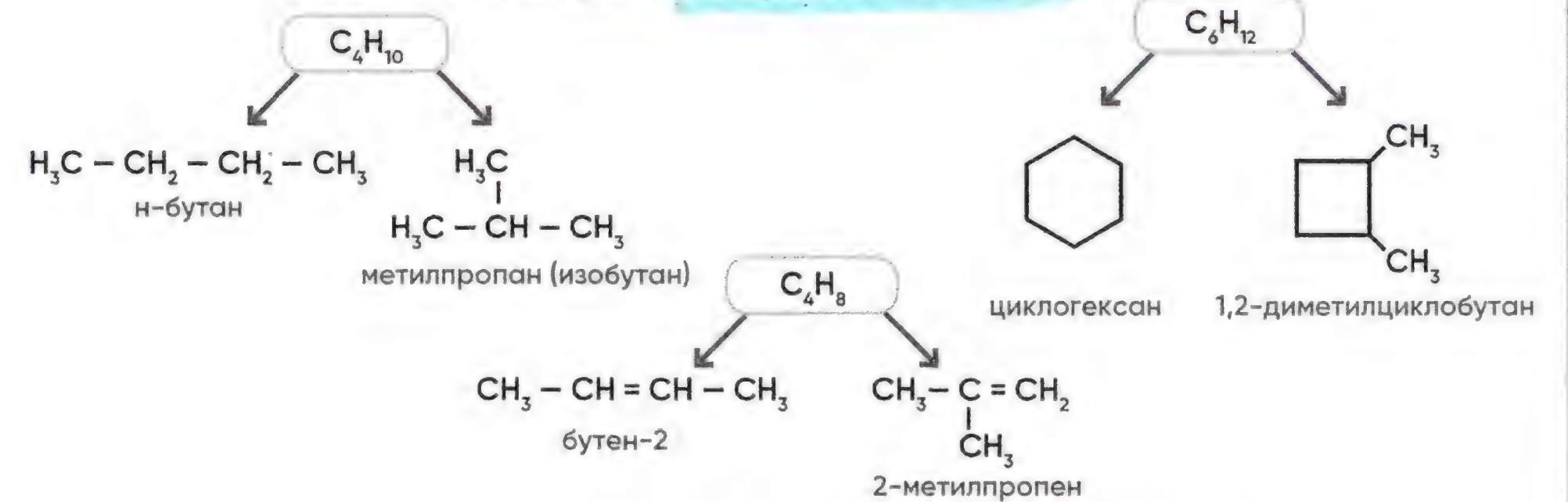


Изомерия кол-во атомо, но строение разное

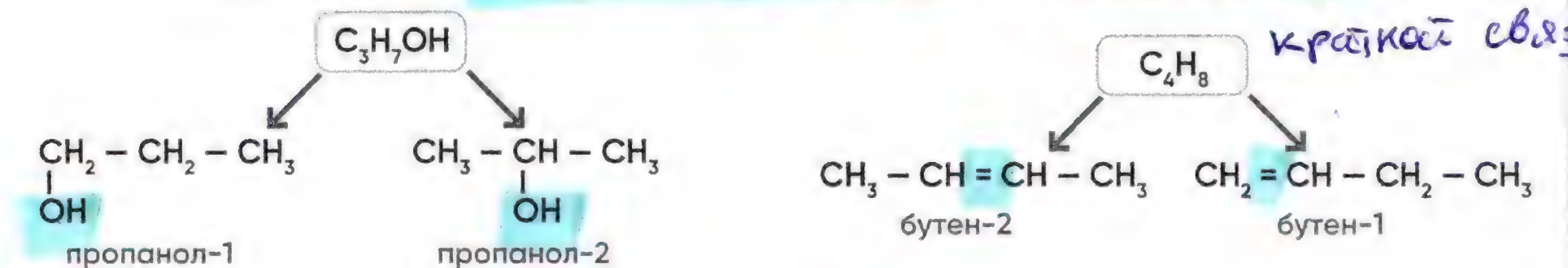
Изомеры – это вещества, имеющие одинаковый состав (молекулярную формулу), но разное строение (порядок соединения атомов).



Структурная Изомерия углеродного скелета



Изомерия положения функциональной группы

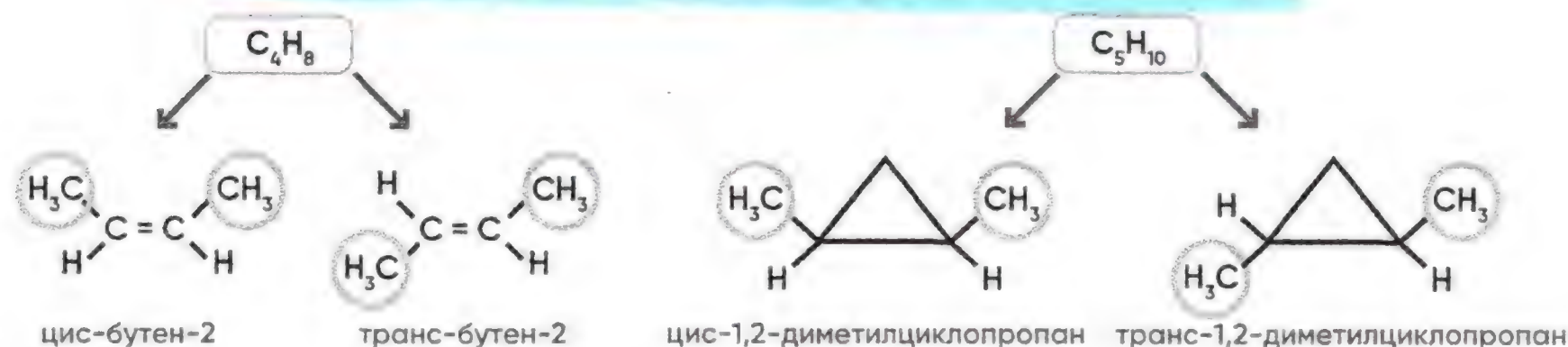


Межклассовая изомерия

Общая формула	Класс соединений	Межклассовые изомеры
$C_n H_{2n}$	Алкены	Циклоалканы
$C_n H_{2n-2}$	Алкины	Алкадиены, Циклоалкены
$C_n H_{2n+2} O$	Предельные одноатомные спирты	Простые эфиры
$C_n H_{2n} O$	Альдегиды	Кетоны
$C_n H_{2n} O_2$ или $C_n H_{2n+1} COOH$	Карбоновые кислоты	Сложные эфиры
$C_n H_{2n+1} NO_2$	Предельные алифатические аминокислоты	Нитроалканы



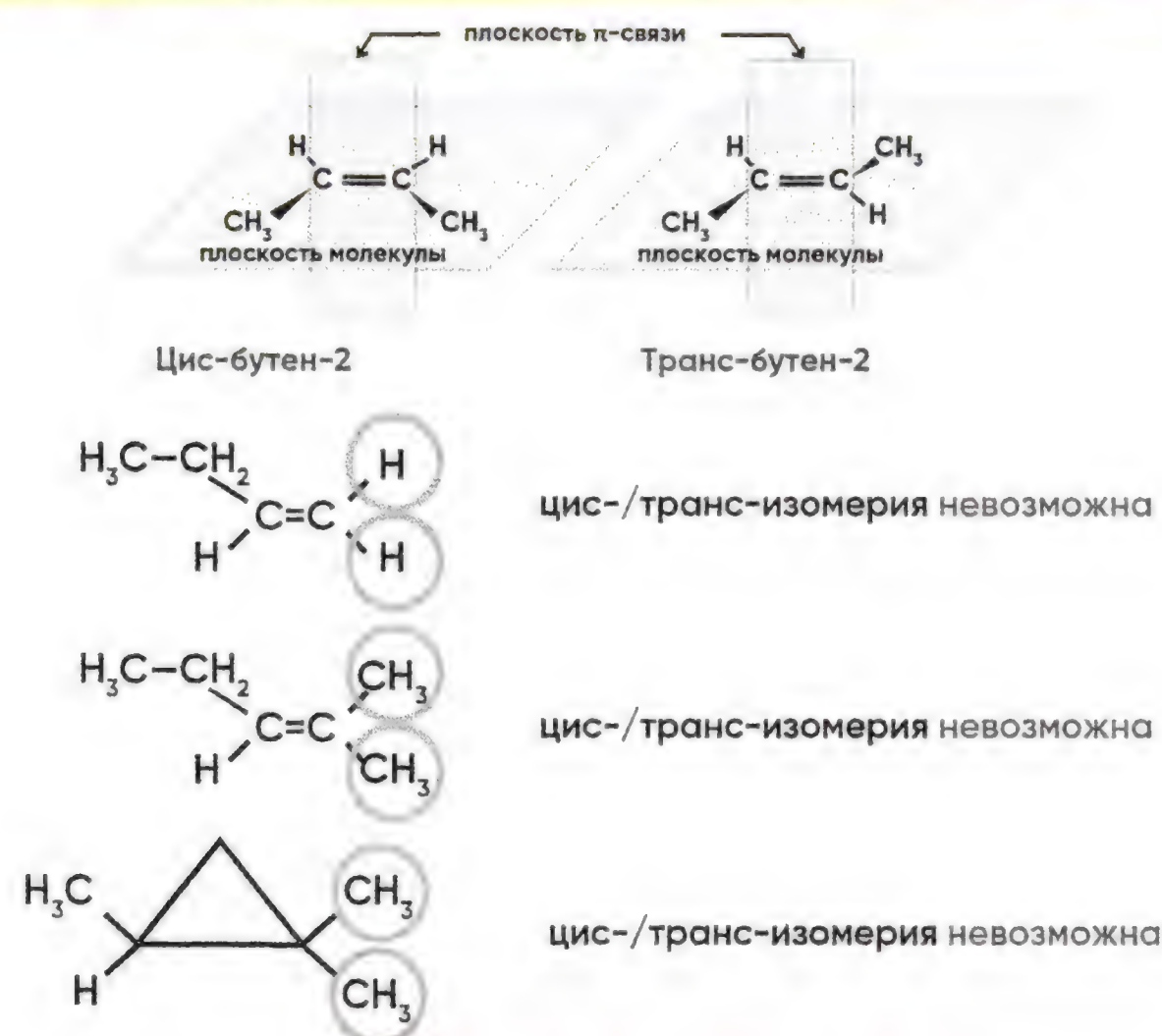
Пространственная Геометрическая (цис-/транс-изомерия)



Характерна для алкенов, циклоалканов и алкадиенов

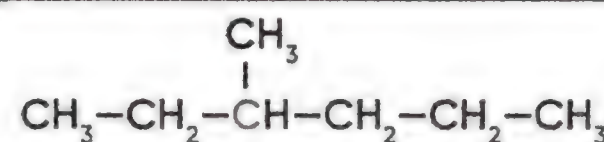
Условия:

- Двойная связь находится не у концевого атома углерода
- Каждый атом углерода при двойной связи имеет два различных заместителя

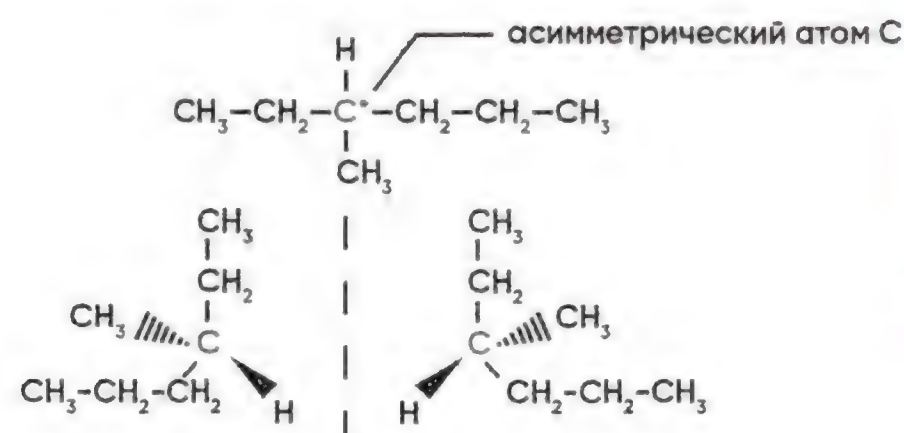


Оптическая изомерия

Пространственная (оптическая) — изомерия соединений, находящихся в зеркальном отображении относительно друг друга.



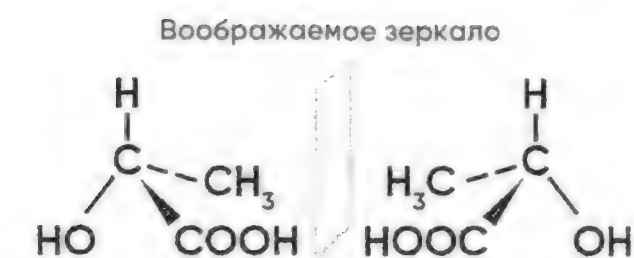
C* — оптический центр или хиральный атом C, асимметрический атом C



если 4 разных
хвостика у C

CH_3
 $H - C - COOH$
 $CH_2CH_2CH_3$

ОПТИЧЕСКАЯ
ИЗОМЕРИЯ



Гомологический ряд (алканов, к-р)

Гомологи — это соединения, которые образуют гомологический ряд.

Гомологический ряд — это ряд соединений, в котором каждый последующий член отличается от предыдущего на одну или несколько $-CH_2-$ групп.

Формула	Название		Радикал (R)	Название радикала
CH_4	метан	CH_4	$-CH_3$	метил
C_2H_6	этан	H_3C-CH_3	$-C_2H_5$	этил
C_3H_8	пропан	$H_3C-CH_2-CH_3$	$-C_3H_7$	пропил
C_4H_{10}	бутан	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	$-C_4H_9$	бутил
C_5H_{12}	пентан	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$-C_5H_{11}$	пентил
C_6H_{14}	гексан	$H_3C-(CH_2)_4-CH_3$	$-C_6H_{13}$	гексил
C_7H_{16}	гептан	$H_3C-(CH_2)_5-CH_3$	$-C_7H_{15}$	гептил
C_8H_{18}	октан	$H_3C-(CH_2)_6-CH_3$	$-C_8H_{17}$	октил
C_9H_{20}	нонан	$H_3C-(CH_2)_7-CH_3$	$-C_9H_{19}$	нонил
$C_{10}H_{22}$	декан	$H_3C-(CH_2)_8-CH_3$	$-C_{10}H_{21}$	децил

Гомологи vs Изомеры

	Гомологи	Изомеры
Общая формула	Разные, отличаются на одну или несколько $-CH_2-$ групп	Одна
Свойства	Схожие	Разные

Задание 1 (11 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые содержат в своём составе только одну π -связь. Запишите номера выбранных ответов.

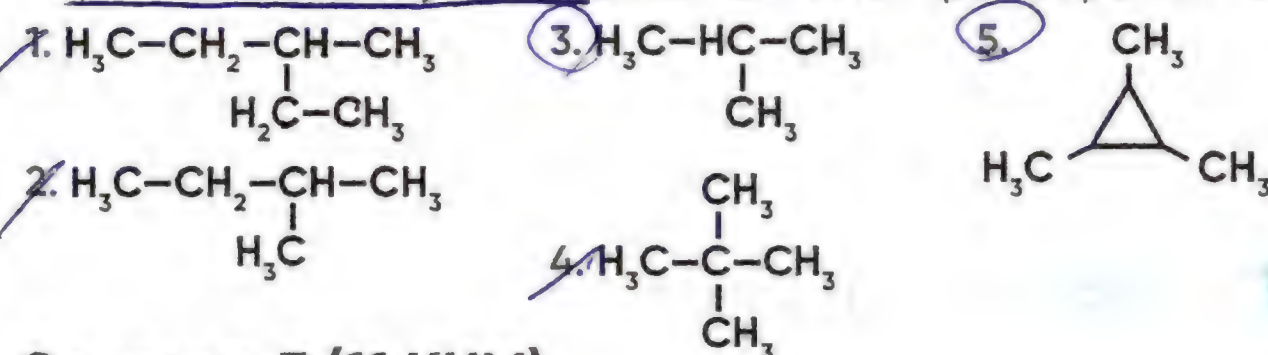
- $H_3C-CH_2-CH_3$
- $H_3C-CH_2-C(=O)OH$
- $H_2C=CH-CH=CH_2$
- $HC\equiv C-CH_3$
- $H_3C-CH=C(CH_3)-CH_3$

Ответ:

2 5

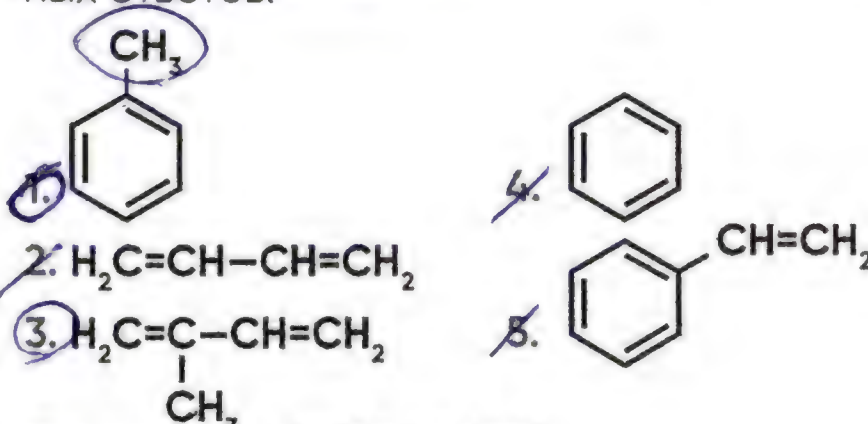
Задание 2 (11 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые содержат только первичные и третичные атомы углерода. Запишите номера выбранных ответов.



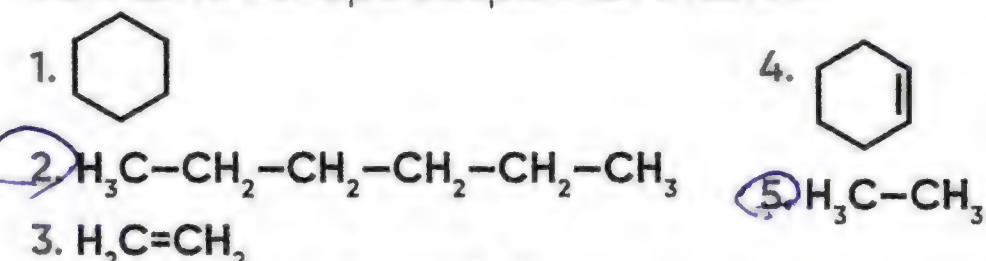
Задание 3 (11 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в молекулах которых только один атом углерода находится в состоянии sp^3 -гибридизации. Запишите номера выбранных ответов.



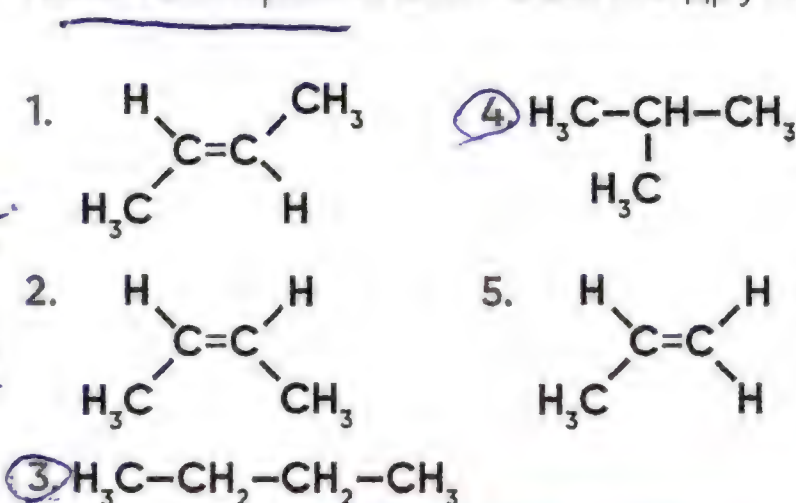
Задание 4 (11 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются гомологами. Запишите номера выбранных ответов.



Задание 5 (11 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые являются структурными изомерами по отношению друг к другу. Запишите номера выбранных ответов.

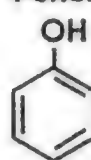


Классификация органических веществ



Функциональная группа – это группа атомов, определяющая принадлежность соединения к определенному классу и обуславливающая его характерные химические свойства.

Углеводороды						
Класс органических соединений	Предельные (содержат только одинарные связи)		Непредельные (содержат двойные и тройные связи между атомами углерода)			
	Алканы	Циклоалканы	Алкены	Алкадиены	Алкины	Ароматические углеводороды
	Углеводороды с незамкнутой углеродной цепью	Атомы углерода замкнуты в цикл	Одна двойная связь	Две двойные связи	Одна тройная связь	Содержат ароматическую систему
	Общая формула	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	C_nH_{2n-2}
Примеры веществ	Этан CH_3-CH_3	Циклобутан $\begin{array}{c} CH_2-CH_2 \\ \quad \\ CH_2-CH_2 \end{array}$	Этилен $CH_2=CH_2$	Дивинил $CH_2=CH-CH=CH_2$	Ацетилен $CH\equiv CH$	Бензол 

Кислородсодержащие соединения					
Класс органических соединений	Гидроксисоединения (-ОН)			Карбонильные соединения $\begin{array}{c} -C- \\ \\ O \end{array}$	
	Предельные одноатомные спирты	Предельные многоатомные спирты	Фенолы	Насыщенные альдегиды	Насыщенные кетоны
	Производные углеводородов, в которых один атом Н замещен на гидроксигруппу	Производные углеводородов, в которых несколько атомов Н замещены на несколько гидроксигрупп	Производные ароматических углеводородов, в молекулах которых -ОН группы непосредственно связаны с бензольным кольцом	Соединения, у которых карбонильная группа непосредственно связана с атомом водорода	Соединения, у которых карбонильная группа связана с двумя углеводородными радикалами
	Общая формула	$C_nH_{2n+1}OH$ $C_nH_{2n+2}O$	Алкандиолы: $C_nH_{2n+2}O_2$ Алкантриолы: $C_nH_{2n+2}O_3$	$C_nH_{2n-6}O$	$C_nH_{2n}O$
Примеры веществ	Этанол H_3C-CH_2-OH	Глицерин $\begin{array}{c} CH_2-CH-CH_2 \\ \quad \quad \\ OH \quad OH \quad OH \end{array}$	Фенол 	Этаналь $CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow H \end{array}$	Ацетон $CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow O \end{array}-CH_3$

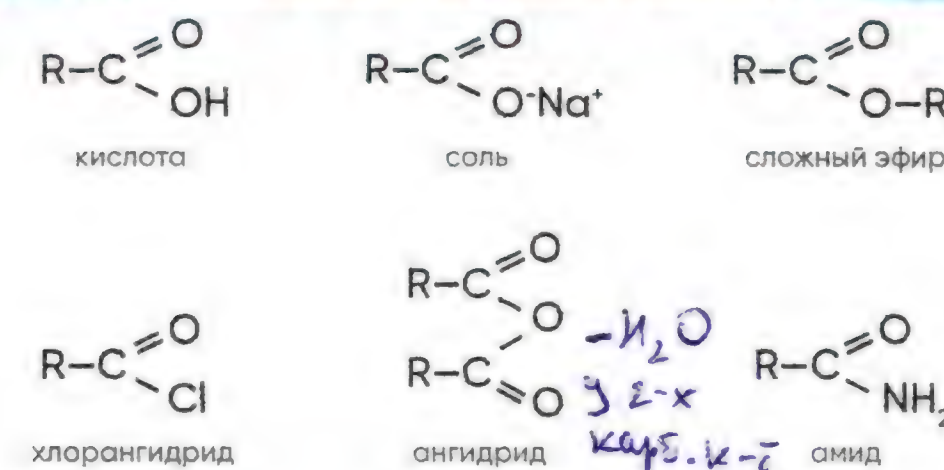
Кислородсодержащие соединения				
Класс органических соединений	Карбоксильные соединения		Эфиры	
	Насыщенные монокарбоновые кислоты	Соли насыщенных монокарбоновых кислот	Насыщенные простые эфиры	Насыщенные сложные эфиры
	Производные углеводородов, молекулы которых содержат одну карбоксильную группу	Катион металла или ион аммония связаны с кислотным остатком карбоновой кислоты	Производные спиртов, у которых атом водорода в ОН-группе замещен алкильным радикалом	Производные кислородсодержащих кислот, у которых атом водорода в ОН-группе замещен алкильным радикалом
	Общая формула	$C_nH_{2n+1}COOH$	$(C_nH_{2n+1}COO)_kMe$	$C_nH_{2n+2}O$
Примеры веществ	Уксусная кислота $H_3C-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow OH \end{array}$	Ацетат натрия $CH_3-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow ONa \end{array}$	Диметиловый эфир $H_3C-O-CH_3$	Метилацетат $H_3C-C \begin{array}{l} \nearrow O \\ \searrow O-CH_3 \end{array}$ Тринитроглицерин $\begin{array}{c} CH_2-O-NO_2 \\ \quad \quad \quad \\ CH-O-NO_2 \\ \quad \quad \quad \\ CH_2-O-NO_2 \end{array}$

Азотсодержащие соединения					
Класс органических соединений	Нитросоединения		Амины		Аминокислоты
	Насыщенные нитросоединения	Предельные первичные амины	Предельные вторичные амины	Предельные третичные амины	Предельные алифатические аминокислоты
	Производные углеводородов, в которых один или несколько атомов Н замещены на нитрогруппу	Производные аммиака, в молекуле которых один, два или три атома водорода замещены на углеводородные радикалы			Бифункциональные соединения, в молекулах которых содержатся две функциональные группы: аминогруппа и карбоксильная группа
	$C_n H_{2n+1} NO_2$	$C_n H_{2n+1} NH_2, C_n H_{2n+3} N$			$C_n H_{2n+1} NO_2$
Общая формула					
Примеры веществ	Нитрометан CH_3-NO_2	Метиламин CH_3-NH_2	Диметиламин $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-NH \end{array}$	Триметиламин $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-N \\ \\ CH_3 \end{array}$	Аминоуксусная кислота $H_2N-CH_2-C(=O)OH$

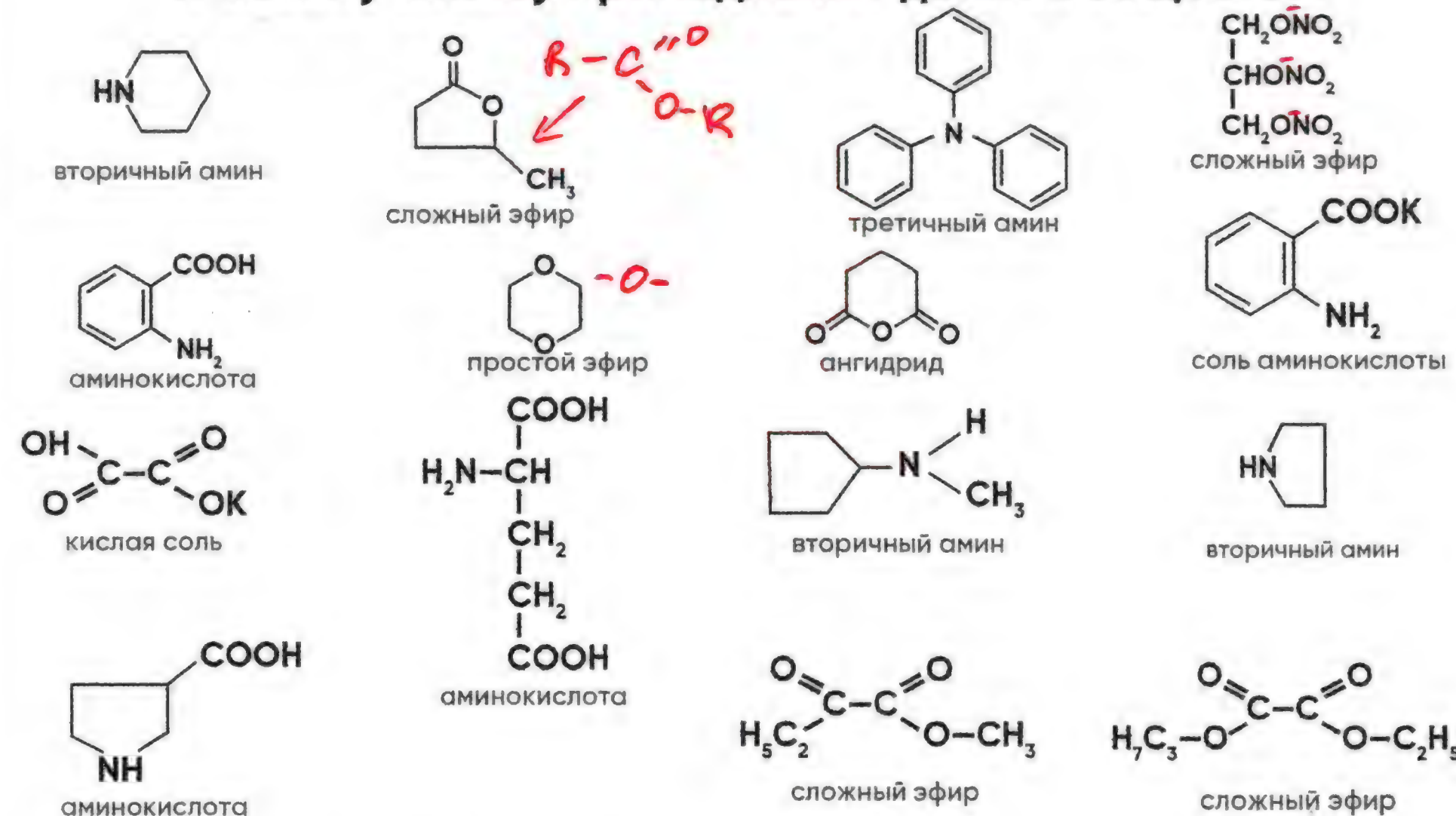
Смешанные соединения						
Углеводы						
Класс органических соединений	Моносахариды	Дисахариды	Полисахариды	Жиры	Ангидриды	Амиды карбоновых кислот
Характеристика	Производные углеводородов, в которых содержится и карбонильная, и несколько гидроксильных групп	Дисахариды — это углеводы, молекулы которых состоят из двух остатков моносахаридов	Полимеры моносахаридов	Сложные эфиры глицерина и высших одноосновных карбоновых кислот	Соединения, в которых две ацильные группы присоединены к одному и тому же атому кислорода	Производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа кислотного остатка заменена аминогруппой
Общая формула	Пентозы $C_5(H_2O)_5$ Гексозы $C_6(H_2O)_6$ (кроме дезоксисахаридов)	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$(C_6H_{10}O_5)_n$	$\begin{array}{c} CH_2-O-CO-R_1 \\ \\ CH-O-CO-R_2 \\ \\ CH_2-O-CO-R_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} R_1-C(=O) \\ \\ R_2-C(=O) \end{array}$	$R-C(=O)NH_2$
Примеры веществ	Фруктоза $\begin{array}{c} CH_2OH \\ \\ C=O \\ \\ HO-C-H \\ \\ H-C-OH \\ \\ H-C-OH \\ \\ CH_2OH \end{array}$	Лактоза, мальтоза, сахароза	Крахмал	Тристеарат глицерина $\begin{array}{c} CH_2-O-C(=O)-(CH_2)_{16}-CH_3 \\ \\ CH-O-C(=O)-(CH_2)_{16}-CH_3 \\ \\ CH_2-O-C(=O)-(CH_2)_{16}-CH_3 \end{array}$	Уксусный ангидрид $\begin{array}{c} CH_3-C(=O) \\ \\ CH_3-C(=O) \end{array}$	Ацетамид $CH_3-C(=O)NH_2$

Галогенпроизводные		
Класс органических соединений	Галогенангидриды	Галогенпроизводные
Характеристика	Производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа замещена атомом галогена	Производные углеводородов, в которых атом водорода замещен атомом галогена
Общая формула	$R_1-C(=O)Hal$	R_1-Hal
Примеры веществ	Хлорангидрид уксусной кислоты $CH_3-C(=O)Cl$	Хлорэтан $\begin{array}{c} CH_3-CH_2 \\ \\ Cl \end{array}$

Производные карбоновых кислот

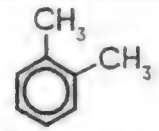
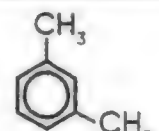
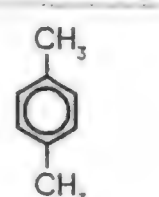
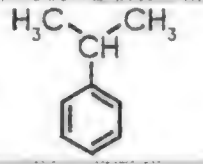
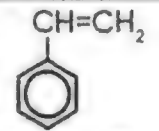
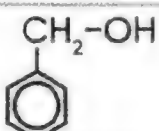
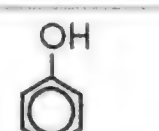
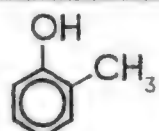
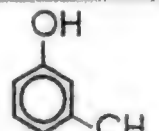
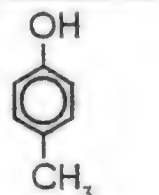


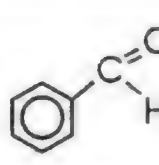
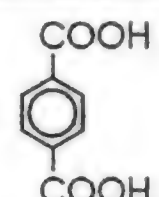
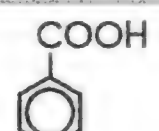
К какому классу принадлежит данное вещество?

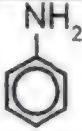


Тривиальные названия органических соединений

Формула	Название по систематической номенклатуре	Тривиальное название
Углеводороды		
CH_4	Метан	Болотный газ
C_2H_4 $CH_2=CH_2$	Этен	Этилен
C_3H_6 $CH_2=CH-CH_3$	Пропен	Пропилен
C_2H_2 $CH\equiv CH$	Этин	Ацетилен
$CH_2=CH-CH=CH_2$	Бутадиен-1,3	Дивинил
$\begin{array}{c} CH_2=C-CH=CH_2 \\ \\ CH_3 \end{array}$	2-метилбутадиен-1,3	Изопрен
$C_6H_5CH_3$	Метилбензол	Толуол

Углеводороды		
$C_6H_4(CH_3)_2$ 	1,2-диметилбензол	Орто-ксилол (о-ксилол)
$C_6H_4(CH_3)_2$ 	1,3-диметилбензол	Мета-ксилол (м-ксилол)
$C_6H_4(CH_3)_2$ 	1,4-диметилбензол	Пара-ксилол (п-ксилол)
$C_6H_5CH(CH_3)_2$ 	2-фенилпропан	Кумол (изопропилбензол)
$C_6H_5-CH=CH_2$ 	Винилбензол	Стирол
Спирты		
CH_3OH	Метанол	Древесный спирт
C_2H_5OH	Этанол	Винный спирт
$CH_2=CH-CH_2-OH$	Пропен-2-ол-1	Аллиловый спирт
$C_6H_5-CH_2-OH$ 	Фенилметанол	Бензиловый спирт
$\begin{array}{c} CH_2-CH_2 \\ \quad \\ OH \quad OH \end{array}$	Этандиол-1,2	Этиленгликоль
$\begin{array}{c} CH_2-CH-CH_2 \\ \quad \quad \\ OH \quad OH \quad OH \end{array}$	Пропантриол-1, 2, 3	Глицерин
Фенолы		
C_6H_5OH 	Фенол (гидроксибензол)	Карболовая кислота
$C_6H_4(CH_3)OH$ 	2-метилфенол (1-гидрокси-2-метилбензол)	Орто-крезол (о-крезол)
$C_6H_4(CH_3)OH$ 	3-метилфенол (1-гидрокси-3-метилбензол)	Мета-крезол (м-крезол)
$C_6H_4(CH_3)OH$ 	4-метилфенол (1-гидрокси-4-метилбензол)	Пара-крезол (п-крезол)
Простые эфиры		
CH_3-O-CH_3	Метоксиметан	Древесный эфир
$C_2H_5-O-C_2H_5$	Этоксидан	Серный эфир
$CH_3-O-C_2H_5$	Метоксиэтан	—

Альдегиды. Кетоны		
$H-C(=O)-H$	Метаналь	Муравьиный альдегид, формальдегид
CH_3CHO $CH_3-C(=O)-H$	Этаналь	Уксусный альдегид, ацетальдегид
$CH_2=CH-CHO$ $CH_2=CH-C(=O)-H$	Пропеналь	Акриловый альдегид, акролеин
C_6H_5CHO 	Бензальдегид	Бензойный альдегид
$CH_3-C(=O)-CH_3$	Пропанон	Ацетон
Карбоновые кислоты		
$HCOOH$ $H-C(=O)-OH$	Метановая кислота	Муравьиная кислота (соли – формиаты)
CH_3COOH $CH_3-C(=O)-OH$	Этановая кислота	Уксусная кислота (соли – ацетаты)
$C_{15}H_{31}COOH$	Гексадекановая кислота	Пальмитиновая кислота (соли – пальмитаты)
$C_{17}H_{35}COOH$	Октадекановая кислота	Стеариновая кислота (соли – стеараты)
$CH_2=CH-COOH$ $CH_2=CH-C(=O)-OH$	Пропеновая кислота	Акриловая кислота (соли – акрилаты)
$\begin{array}{c} CH_2=C-COOH \\ \\ CH_3 \end{array}$	2-метилпропеновая кислота	Метакриловая кислота (соли – метакрилаты)
$C_{17}H_{33}COOH$	Цис-9-октадеценовая кислота	Олеиновая кислота (соли – олеаты)
$C_{17}H_{31}COOH$	Цис, цис-9,12-октадекадиеновая кислота	Линолевая кислота (соли – линолеаты)
$C_{17}H_{29}COOH$	Цис, цис, цис-6,9,12-октадекатриеновая кислота	Линоленовая кислота
$HOOC-COOH$	Этандиовая кислота	Щавелевая кислота (соли – оксалаты)
$C_6H_4(COOH)_2$ 	1,4-бензолдикарбоновая кислота	Терефталевая кислота
C_6H_5COOH 	Бензолкарбоновая кислота	Бензойная кислота (соли – бензоаты)

Сложные эфиры		
HCOOCH_3	Метилметаноат	Метилформиат, метиловый эфир муравьиной к-ты
$\text{CH}_3\text{COOCH}_3$	Метилэтанат	Метилацетат, метиловый эфир уксусной к-ты
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этилэтанат	Этилацетат, этиловый эфир уксусной к-ты
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$	Метилпропеноат	Метилакрилат, метиловый эфир акриловой к-ты
$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOCH}_3$	Метил-2-метилпропеноат	Метилметакрилат, метиловый эфир метакриловой к-ты
Азотсодержащие соединения		
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ 	Аминобензол (фениламин)	Анилин
$\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	Аминоэтановая кислота	Аминоуксусная кислота, глицин
$\text{NH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$	2-аминопропановая кислота	Аланин
$\text{NH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5)-\text{COOH}$ 	2-амино-3-фенилпропановая кислота	Фенилаланин
$\text{NH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{COOH}$	2-амино-3-гидроксипропановая кислота	Серин
$\text{NH}_2-\text{CH}(\text{CH}_2\text{SH})-\text{COOH}$	2-амино-3-меркаптопропановая кислота	Цистеин



Классификация органических реакций

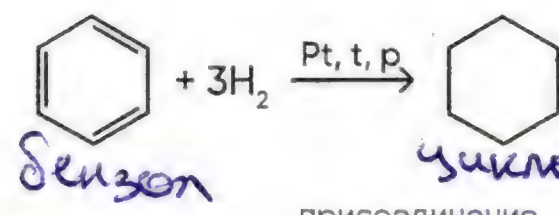
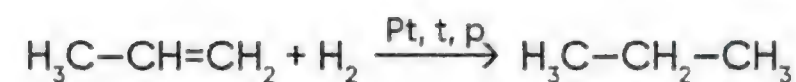


По числу и составу исходных и образующихся веществ

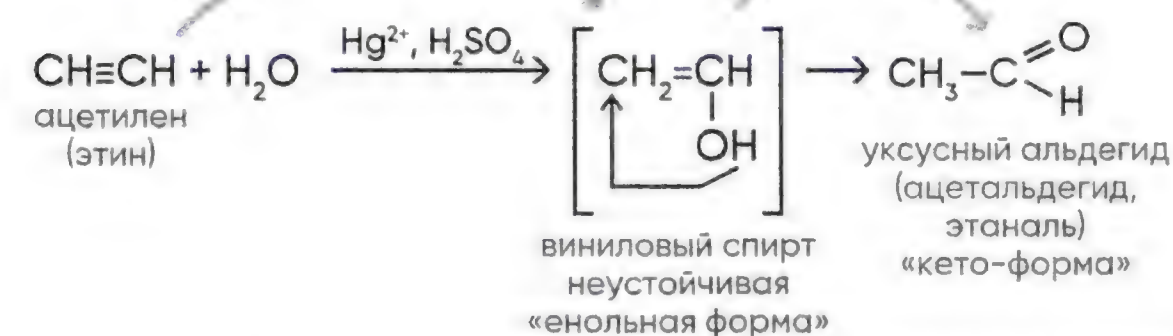
Реакции присоединения

1. Гидрирование (+H₂)
2. Гидратация (+H₂O)
3. Галогенирование (+Hal₂)
4. Гидрогалогенирование (+HHal)
5. Полимеризация

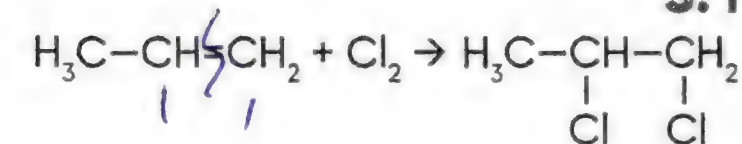
1. Гидрирование (+H₂)



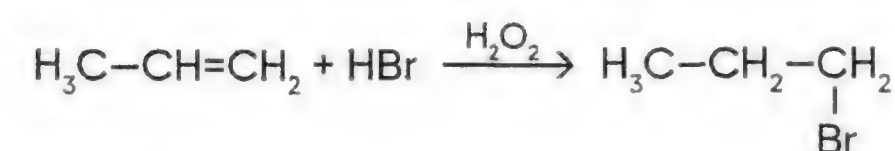
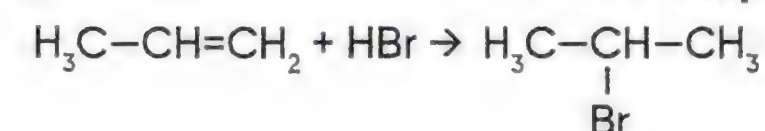
2. Гидратация (+H₂O)



3. Галогенирование (+Hal₂)

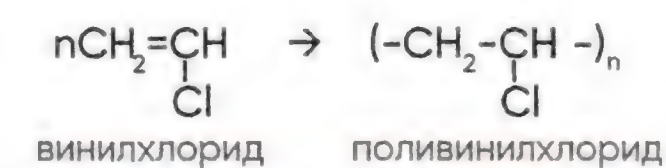
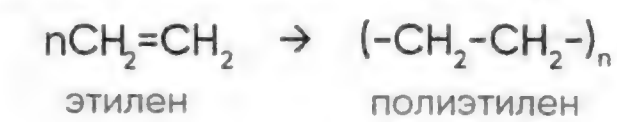


4. Гидрогалогенирование (+HHal)



5. Полимеризация

Полимеризация – процесс образования полимера посредством многократного присоединения молекул мономера к активным центрам в растущей молекуле полимера.



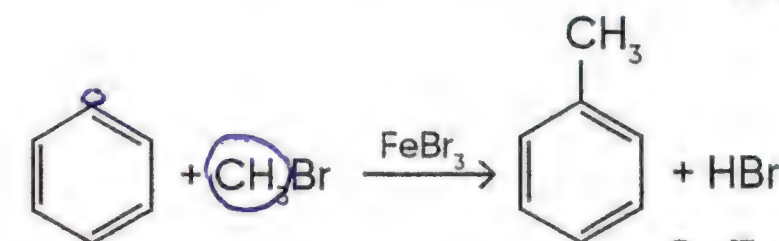
Реакции замещения

1. Алкилирование

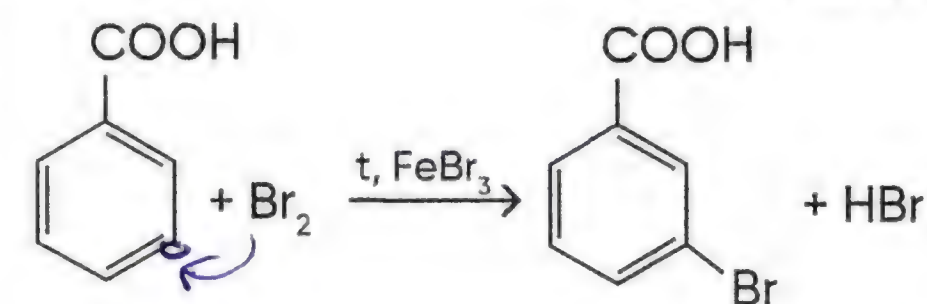
2. Галогенирование

3. Гидролиз

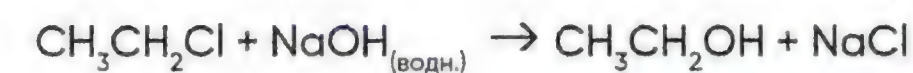
1. Алкилирование (+R)



2. Галогенирование (+Hal₂)

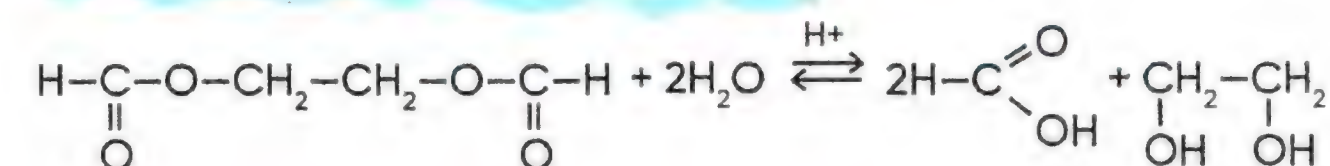


3. Гидролиз

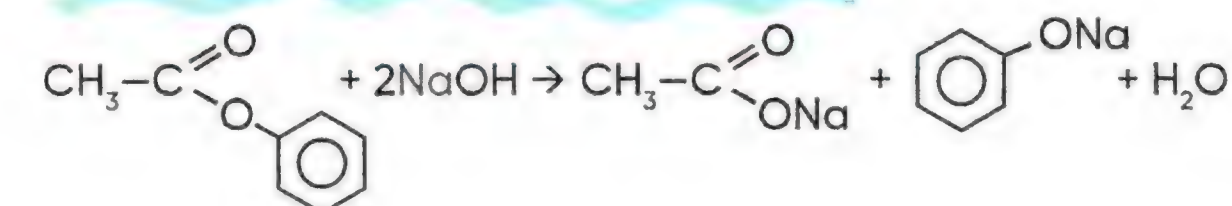


Что называют гидролизом в органической химии?

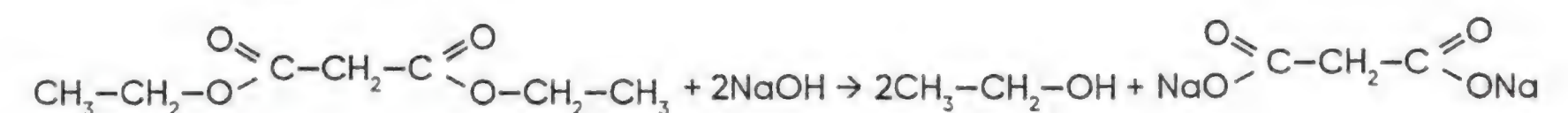
1. Кислотный гидролиз сложных эфиров



2. Щелочной гидролиз сложных эфиров

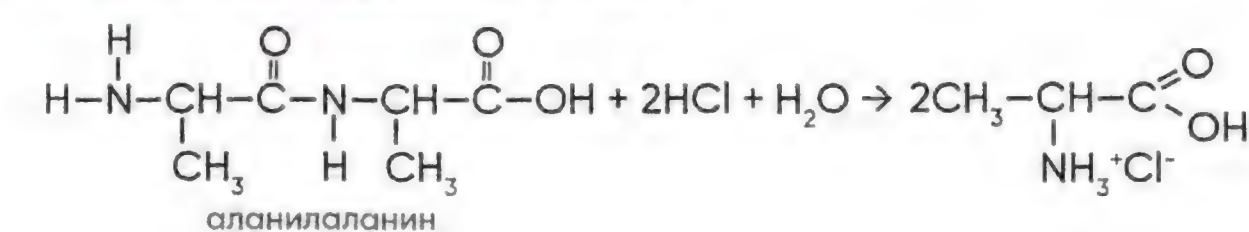


обратите внимание!

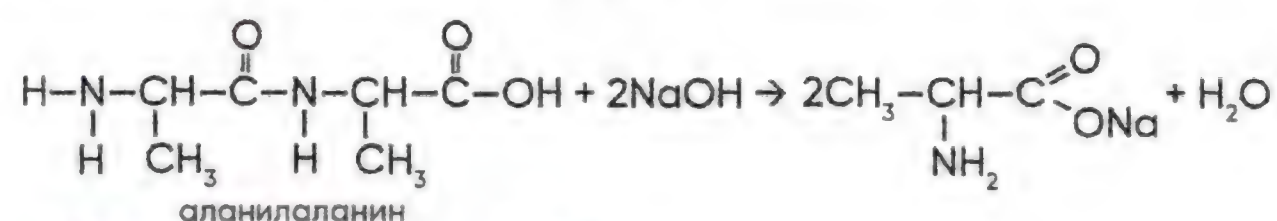


3. Гидролиз дипептидов

а) Кислотный гидролиз дипептидов

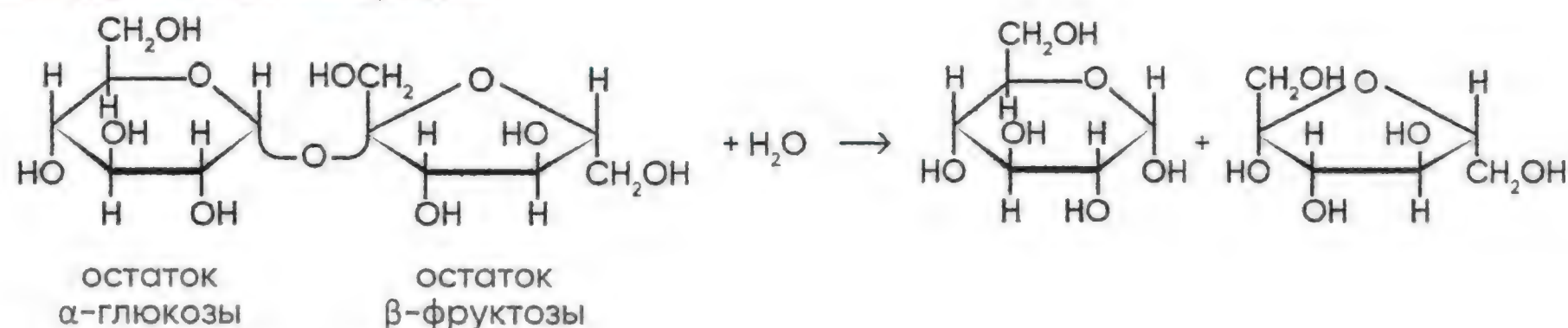


б) Щелочной гидролиз дипептидов

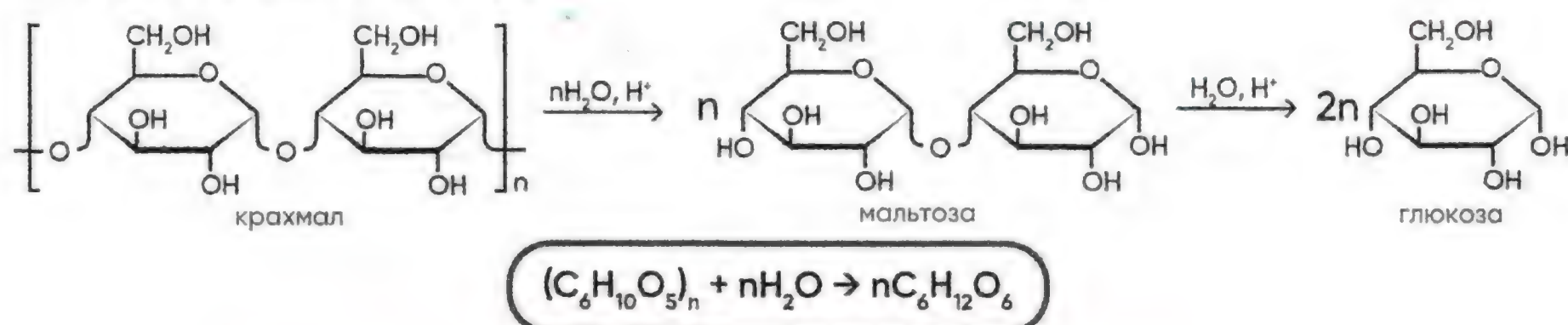


4. Гидролиз углеводов

а) Гидролиз дисахаридов



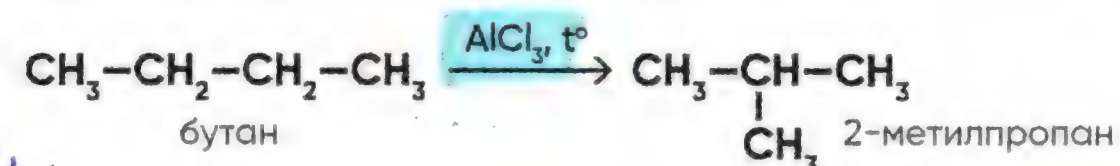
б) Гидролиз полисахаридов



Классификация химических реакций.

Реакции изомеризации

Реакция изомеризации — это превращение химического соединения в его изомер.



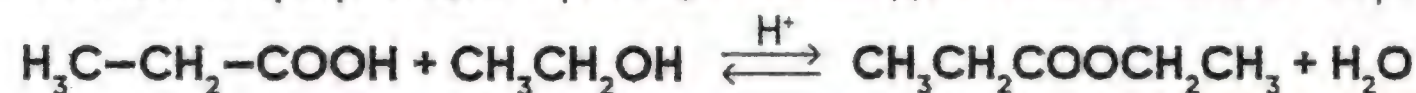
алканы

изобутан

Классификация химических реакций.

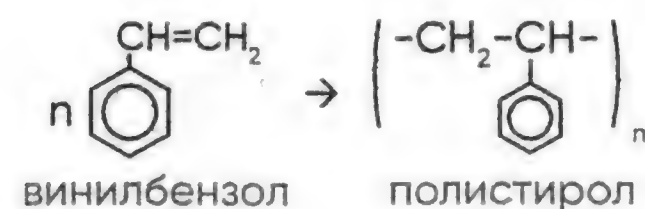
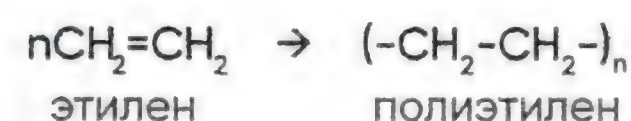
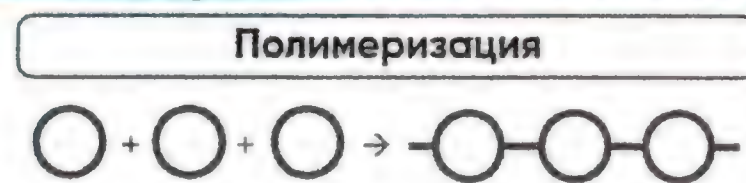
Реакции этерификации

Реакция этерификации — реакция взаимодействия кислоты и спирта.

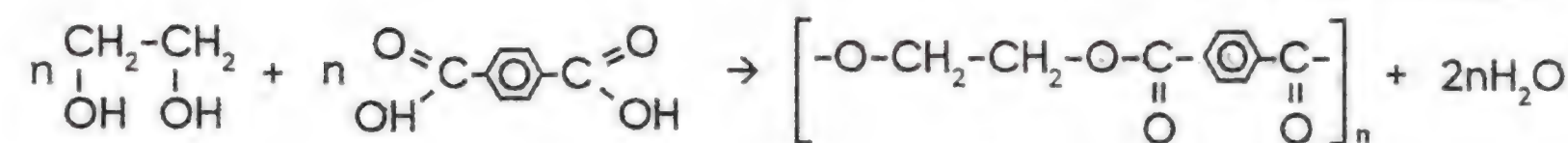


K-Ta + спирт

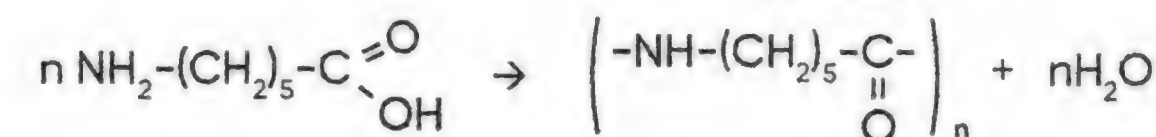
Реакции полимеризации и поликонденсации



Поликонденсация

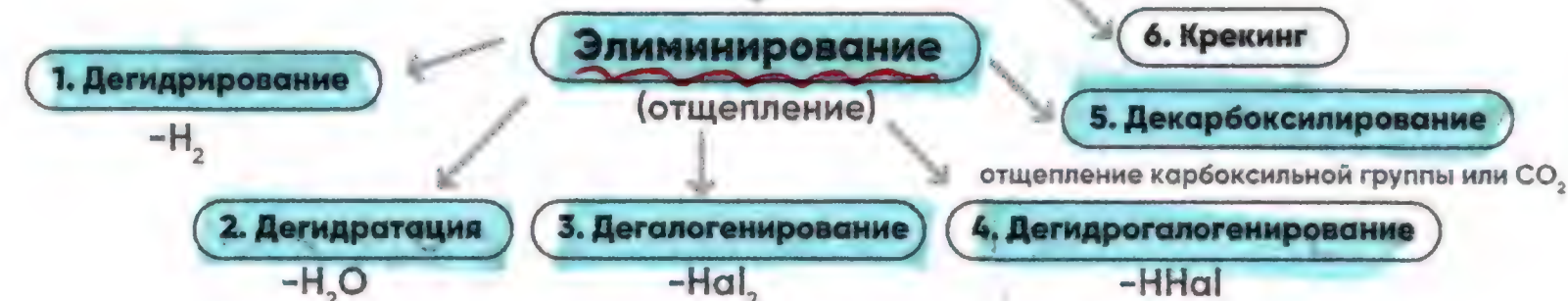


Лавсан

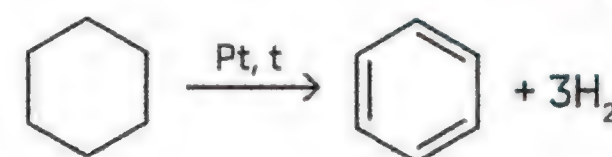


Капрон

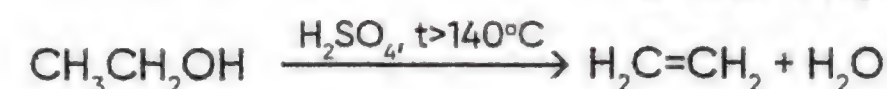
Реакции разложения



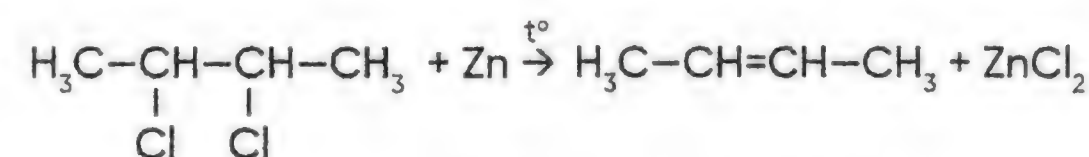
1. Дегидрирование (-H₂)



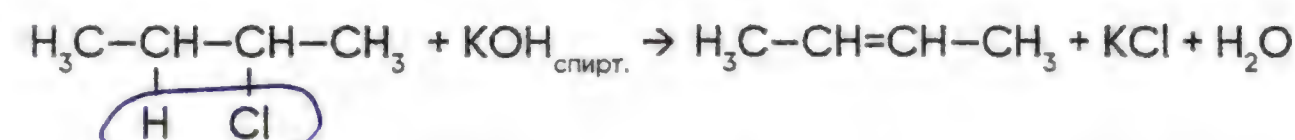
2. Дегидратация (-H₂O)



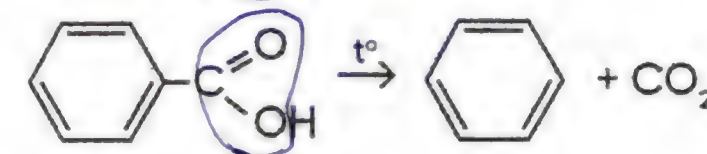
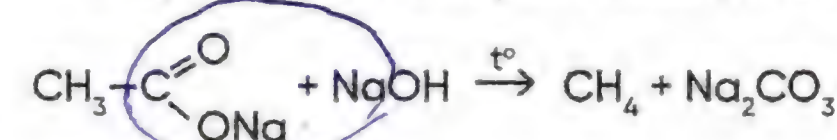
3. Дегалогенирование (-Hal₂)



4. Дегидрогалогенирование (-HHal)

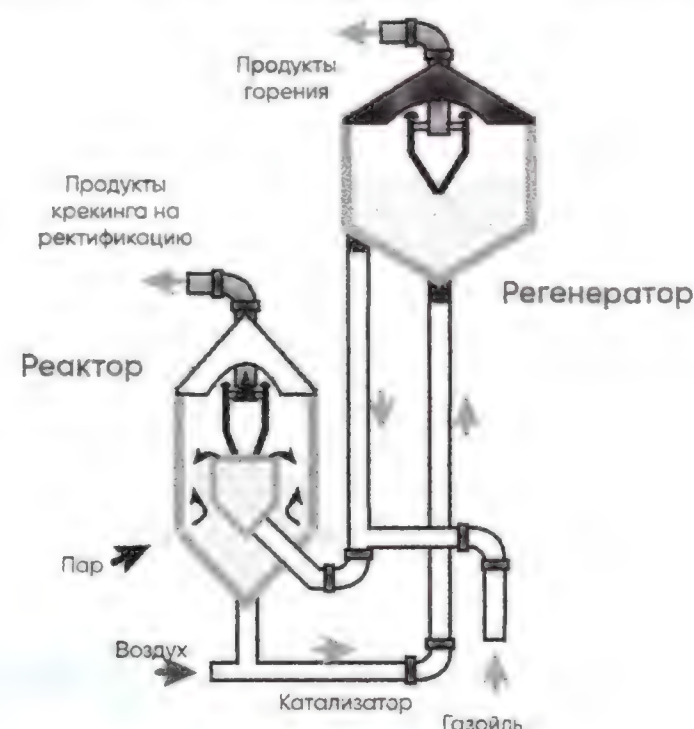
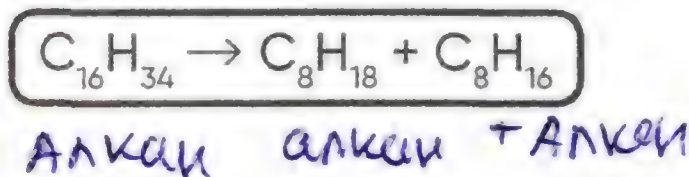


5. Декарбосилирование (отщепление карбоксильной группы или CO₂)



6. Крекинг

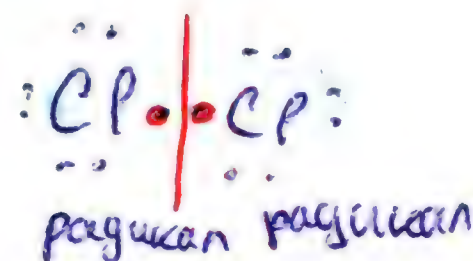
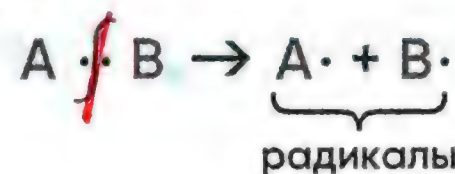
Крекинг — это реакции расщепления углеродного скелета крупных молекул при нагревании и в присутствии катализаторов.



Способы разрыва ковалентной связи

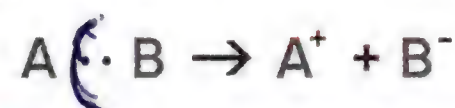
1. Гомолитический (радикальный)

по ровну



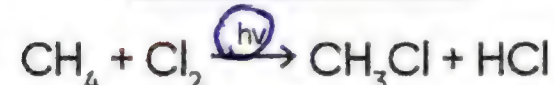
2. Гетеролитический (ионный)

кто-то забрал больше $\bar{e} \Rightarrow$ катион⁺ и анион⁻



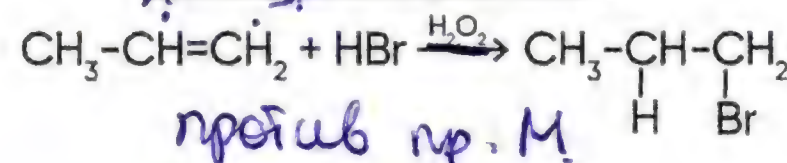
Радикальный механизм

Замещение



цепная реакция

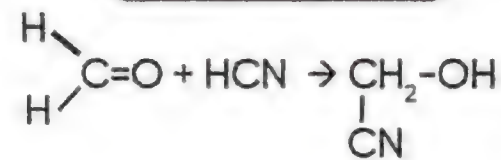
Присоединение



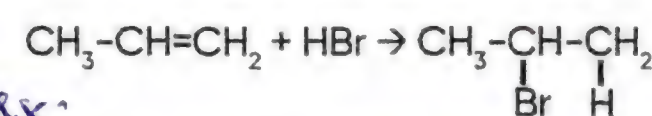
Ионный механизм

Присоединение

Нуклеофильное

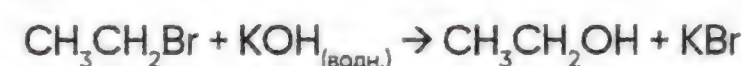


Электрофильное

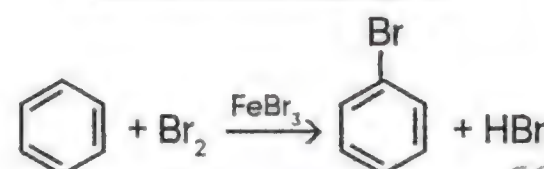


Замещение

Нуклеофильное



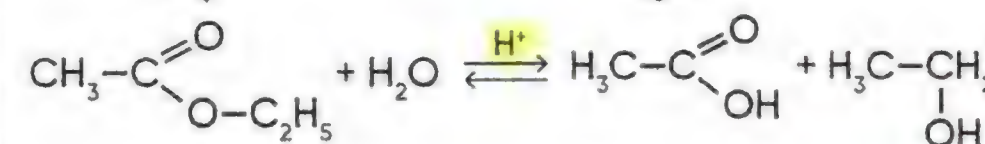
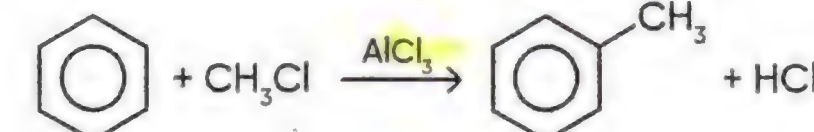
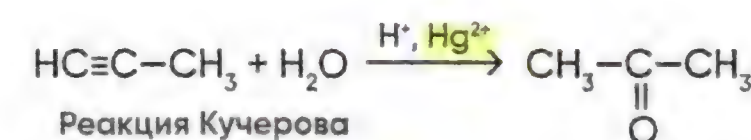
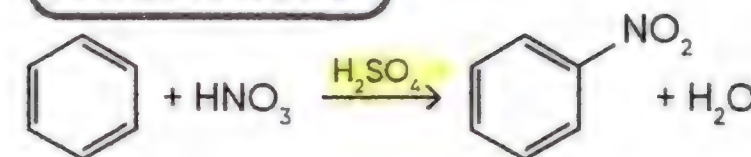
Электрофильное



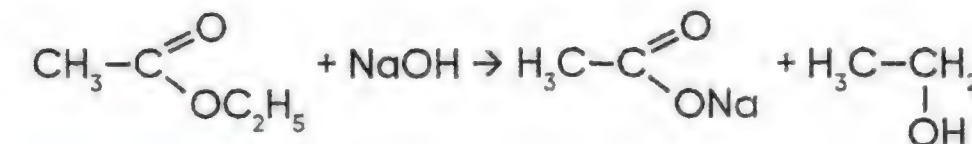
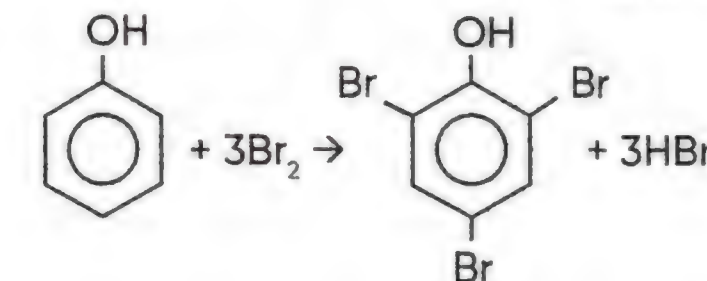
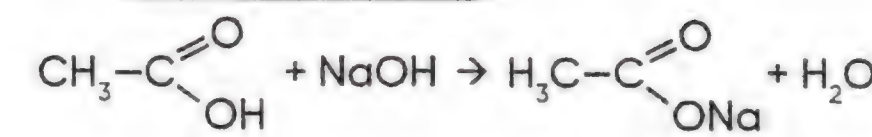
Наличие катализатора

Химические реакции по наличию катализатора

Каталитические



Некаталитические

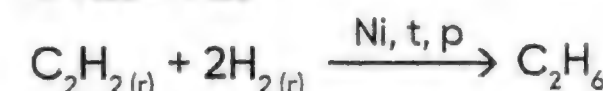


Фазовый состав

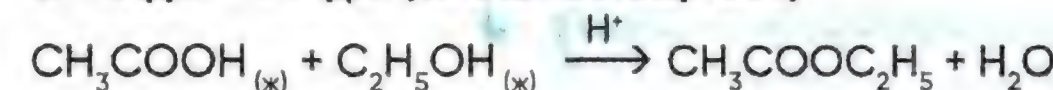
Химические реакции по фазовому составу

Гомогенные

1. Газ + Газ

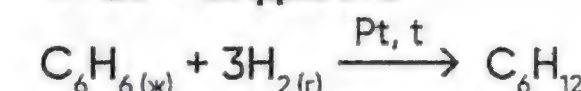


2. Жидк. + Жидк. (смешивающиеся)

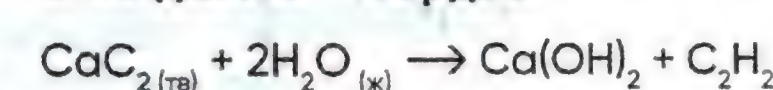


Гетерогенные

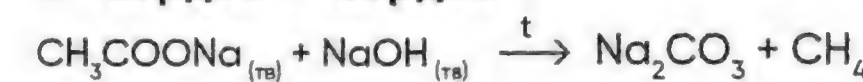
1. Газ + жидкость



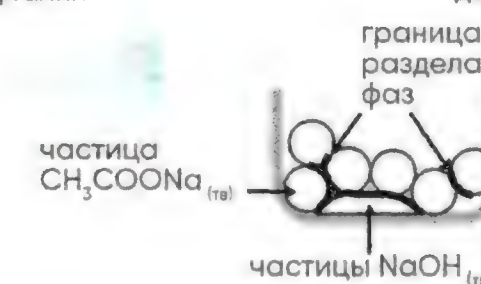
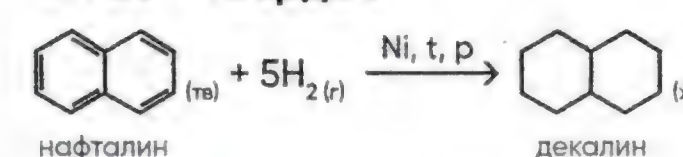
2. Жидкость + твердое



3. Твёрдое + твёрдое

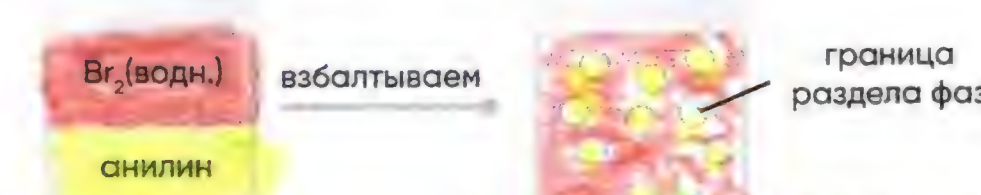
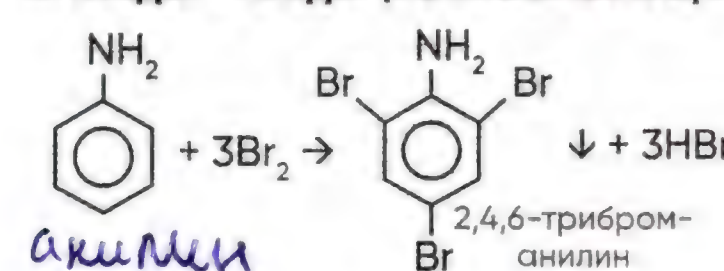


4. Газ + твёрдое



обратите внимание!

5. Жидк. + Жидк. (несмешивающиеся)



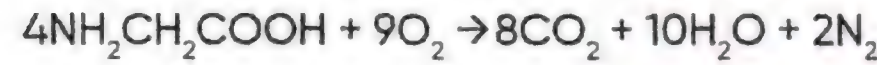
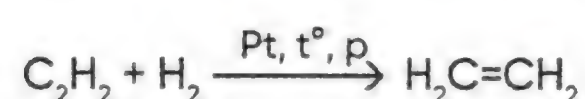
как много слоев

ионный мех. присоед. : к альдигдам и кетонам + алкенам
замещение : щелочной сред. галогеналканов + замещение в бензольном кольце.

Химические реакции

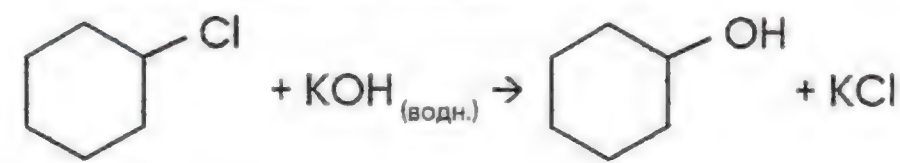
Окислительно-восстановительные

(изменение степени окисления)



Не окислительно-восстановительные

(без изменения степеней окисления)



Обратимость

Химические реакции

Обратимые

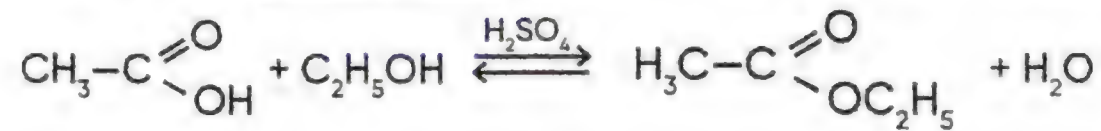
1. Реакции этерификации
2. Кислотный гидролиз
3. Гидратация/дегидратация
4. Гидрирование/дегидрирование

Необратимые

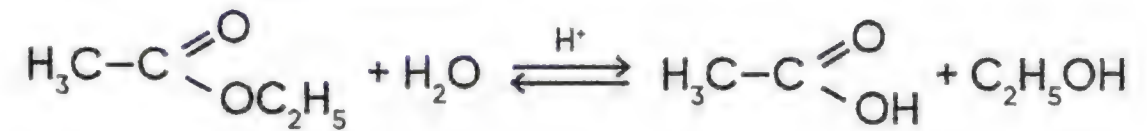
1. Горение
2. Щелочной гидролиз
3. Реакции с образованием осадка

Обратимые химические реакции

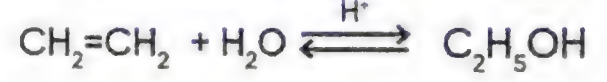
1. Реакция этерификации = спирт + карбоновая кислота



2. Кислотный гидролиз



3. Гидратация/дегидратация



4. Гидрирование/дегидрирование

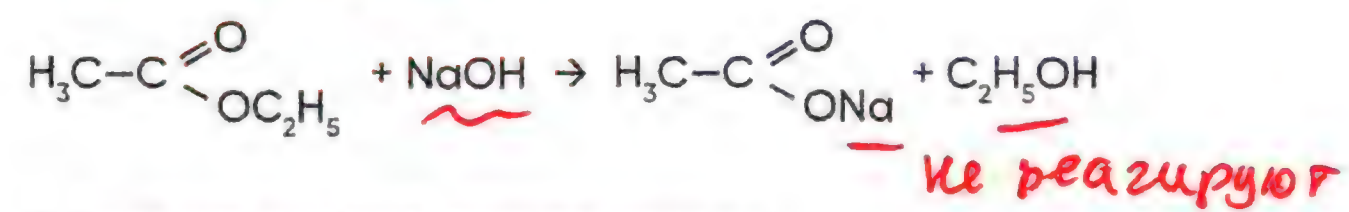


Необратимые химические реакции

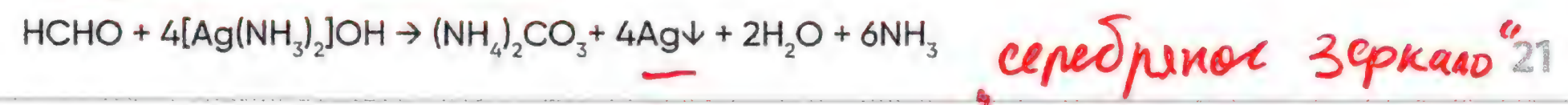
1. Горение



2. Щелочной гидролиз



3. Реакции с образованием осадка

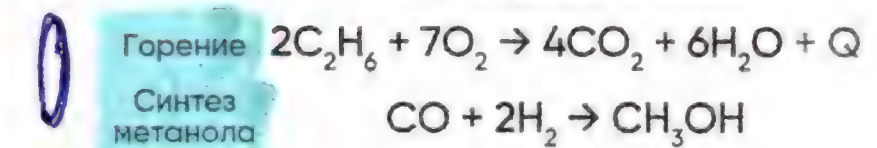


Классификация химических реакций.

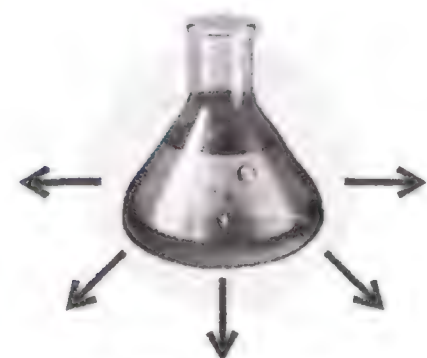
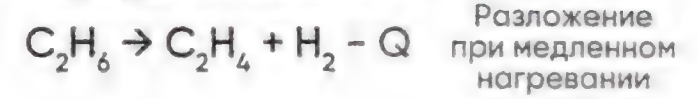
Тепловой эффект

Химические реакции

Экзотермические



Эндотермические



Реакция протекает с выделением теплоты

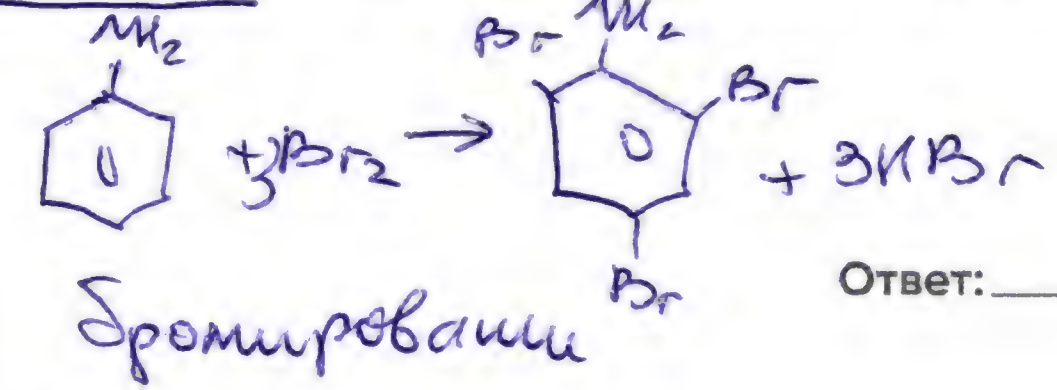


Реакция протекает с поглощением теплоты

Задание 11 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие анилина с бромной водой. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. гетерогенная
2. присоединения
3. гидратации
4. замещения
5. гидробромирования

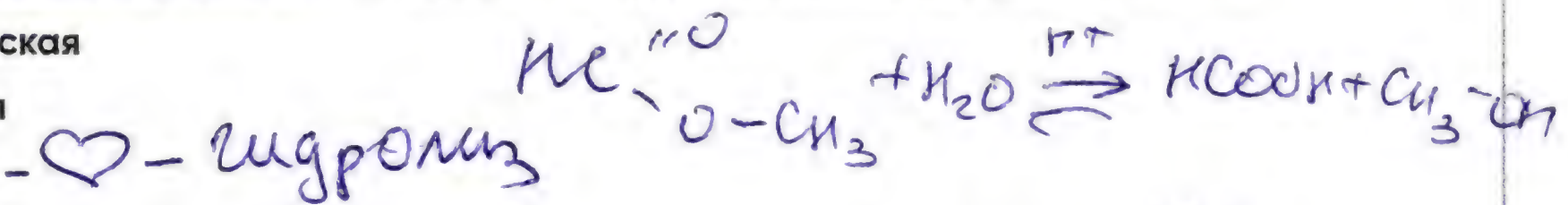


Ответ: 14

Задание 12 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все типы реакций, к которым можно отнести кислотный гидролиз изопропилацетата. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. каталитическая
2. отщепления
3. замещения
4. обратимая
5. гидратации



Ответ: 134

Задание 13 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются реакциями замещения. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. взаимодействие 1-хлорпропана со спиртовым раствором щелочи
2. взаимодействие бромной воды с бутеном
3. нитрование толуола
4. взаимодействие бензола с хлором на свету
5. взаимодействие 1,2-дихлорпропана с водным раствором щелочи

Ответ: 35

Задание 14 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются гомогенными. Запишите номера выбранных ответов.

- ☒ 1. дегалогенирование 1,2-дихлорэтана с помощью цинка ^{7P.}
- ☒ 2. бромирование анилина бромной водой
- ☒ 3. дегидрирование н-бутана
- ☒ 4. гидрирование ацетилена
- ☒ 5. дегидрохлорирование хлорэтана спиртовым раствором щелочи ²⁰³ _{мисс}

Ответ: 34

Задание 15 (17 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все реакции, которые являются окислительно-восстановительными. Запишите номера выбранных ответов.

- ☒ 1. бромирование этилена ^{$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2$}
- ☒ 2. взаимодействие этанола с сернокислым раствором дихромата калия
- ☒ 3. гидрирование ацетона
- ☒ 4. взаимодействие цинка с 1,4-дихлорбутаном
- ☒ 5. взаимодействие этанола с пропановой кислотой

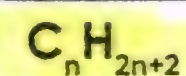
Ответ: 1234

Углеводороды. Алканы. Алкены. Циклоалканы. Алкадиены.

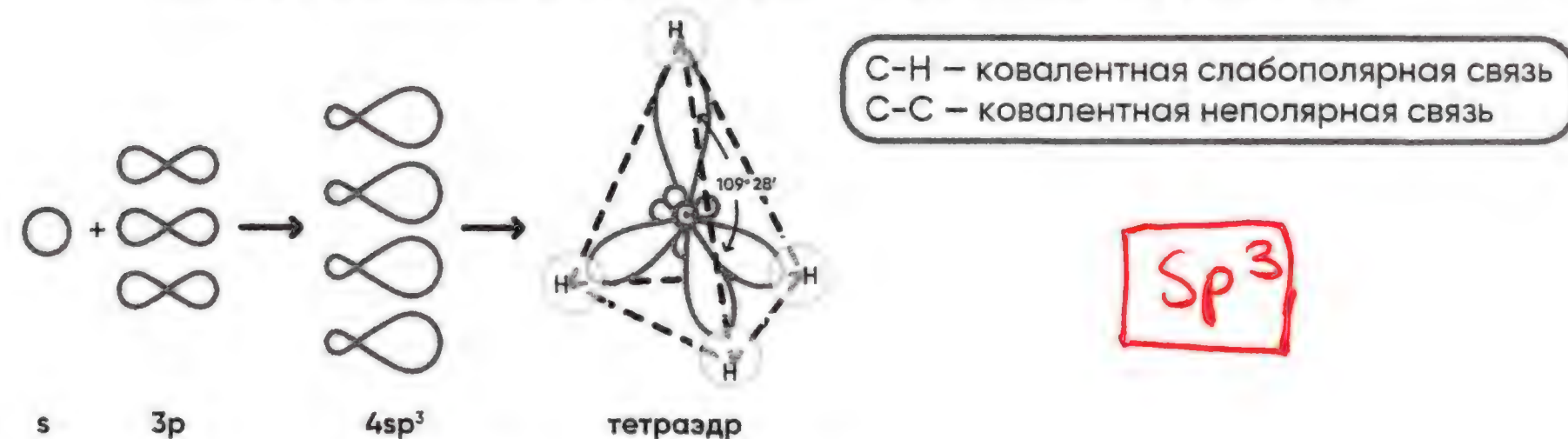
Алканы

Алканы (парафины) – предельные (насыщенные) нециклические углеводороды, в молекулах которых атомы углерода между собой связаны только одинарными σ -связями.

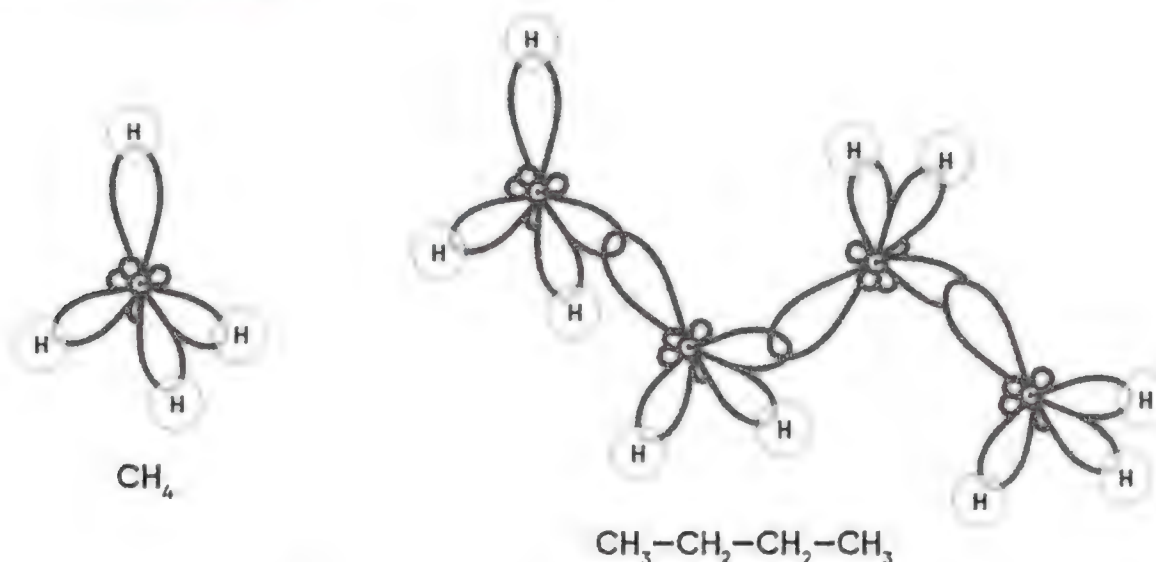
Общая формула класса:



Электронное и пространственное строение



В алканах все атомы углерода в sp^3 -гибридизации!



Гомологический ряд

Формула	Название		Радикал (R)	Название радикала
CH_4	метан	CH_4	$-CH_3$	метил
C_2H_6	этан	H_3C-CH_3	$-C_2H_5$	этил
C_3H_8	пропан	$H_3C-CH_2-CH_3$	$-C_3H_7$	пропил
C_4H_{10}	бутан	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	$-C_4H_9$	бутил
C_5H_{12}	пентан	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$-C_5H_{11}$	пентил
C_6H_{14}	гексан	$H_3C-(CH_2)_4-CH_3$	$-C_6H_{13}$	гексил
C_7H_{16}	гептан	$H_3C-(CH_2)_5-CH_3$	$-C_7H_{15}$	гептил
C_8H_{18}	октан	$H_3C-(CH_2)_6-CH_3$	$-C_8H_{17}$	октил
C_9H_{20}	нонан	$H_3C-(CH_2)_7-CH_3$	$-C_9H_{19}$	нонил
$C_{10}H_{22}$	декан	$H_3C-(CH_2)_8-CH_3$	$-C_{10}H_{21}$	децил

Названия некоторых радикалов

Алкан	Радикал	Название
CH_4	H_3C-	Метил
H_3C-CH_3	H_3C-CH_2-	Этил
$H_3C-CH_2-CH_3$	$H_3C-CH_2-CH_2-$	Пропил
	$H_3C-\underset{ }{CH}-CH_3$	Изопропил
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-$	Бутил
	$H_3C-CH_2-\underset{ }{CH}-CH_3$	Втор-бутил
$H_3C-\underset{ }{CH}-CH_3$ CH_3	$H_3C-\underset{ }{\underset{ }{C}}-CH_3$ CH_3	Трет-бутил

Изомерия

Для алканов характерна изомерия:

1. Структурная

а) углеродного скелета

2. Пространственная (оптическая)

Физические свойства

- C_1-C_4 – газы
- C_5-C_{17} – жидкости
- $C_{18}-C_{\infty}$ – твердые вещества

Легколетучие жидкие алканы имеют запах бензина. Газообразные и твердые алканы не имеют запаха. Плотность алканов < 1 г/мл, поэтому они плавают на поверхности воды, не смешиваясь с ней.

Химические свойства

I. Реакции замещения

- Галогенирование
- Нитрование

II. Реакции отщепления

- Дегидрирование
 - дегидрирование
 - дегидроциклизация
- Дегидрирование метана
- Крекинг

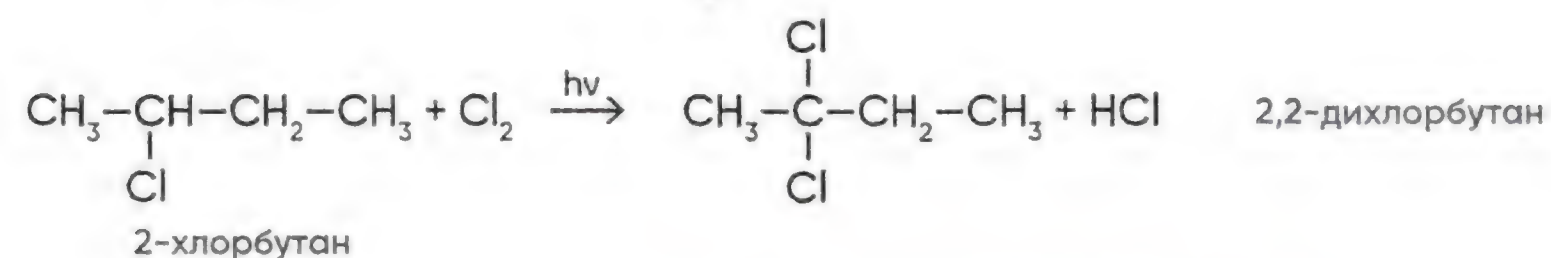
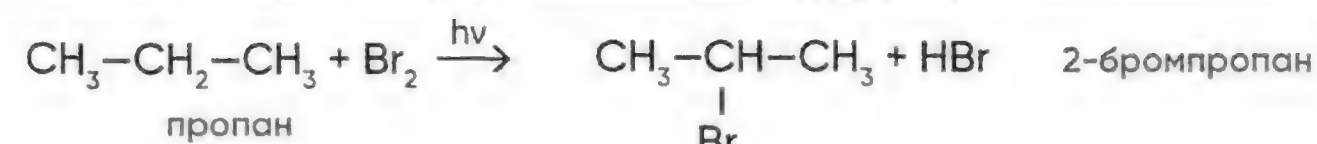
III. Реакции окисления

IV. Реакции изомеризации

Избирательность замещения

Правила замещения:

- легче замещается атом водорода наименее гидрированного атома углерода ($C_{\text{трет}} > C_{\text{втор}} > C_{\text{перв}}$)
- если в молекуле имеется галоген, то легче замещение протекает у того атома углерода, у которого присутствует этот заместитель

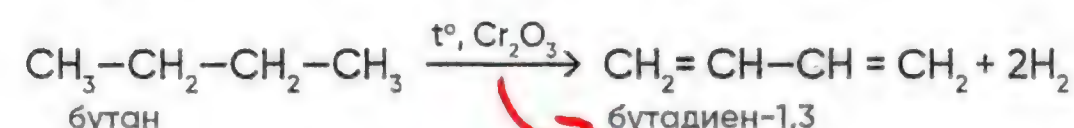
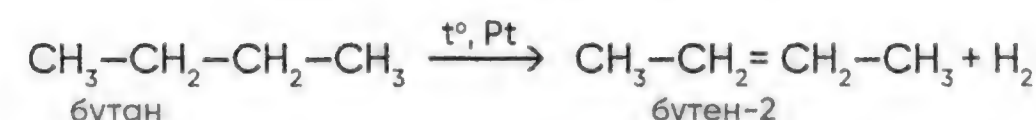
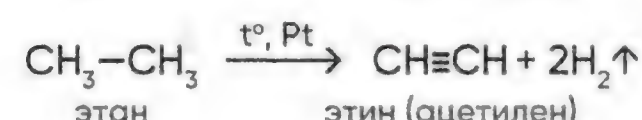
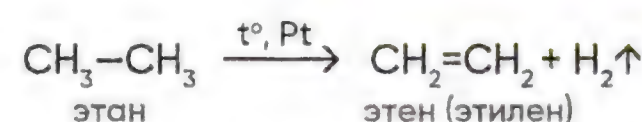


Реакции отщепления

1. Дегидрирование

а) Дегидрирование – отщепление атомов водорода.

Условия: t° , катализаторы (kat): Ni, Pt, Pd, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3

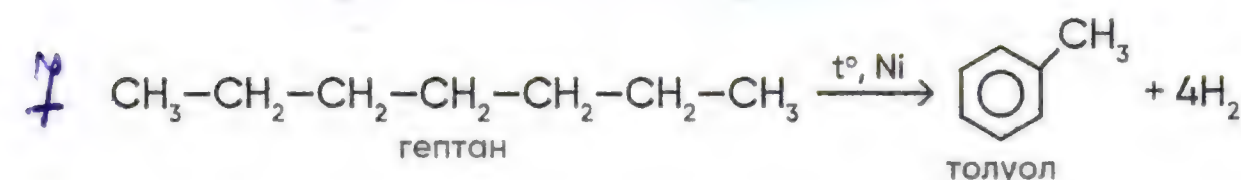
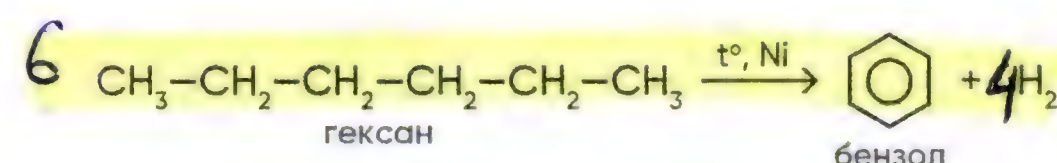


б) Дегидроциклизация

$\text{C}_6-\text{C}_8 \rightarrow$ дегидроциклизация

Дегидроциклизация (ароматизация) – отщепление атомов водорода с одновременной циклизацией алканов с шестью и более атомами углерода, при этом образуются бензол и его производные.

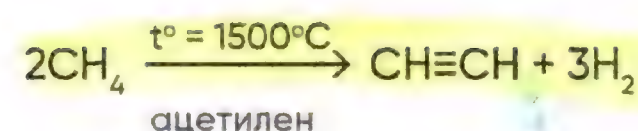
Условия: t° , kat: Ni, Pt, Pd, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 , Al_2O_3



Также возможно образование циклоалканов

2. Дегидрирование метана (пиролиз метана)

Условия: $t^\circ = 1500^\circ\text{C}$



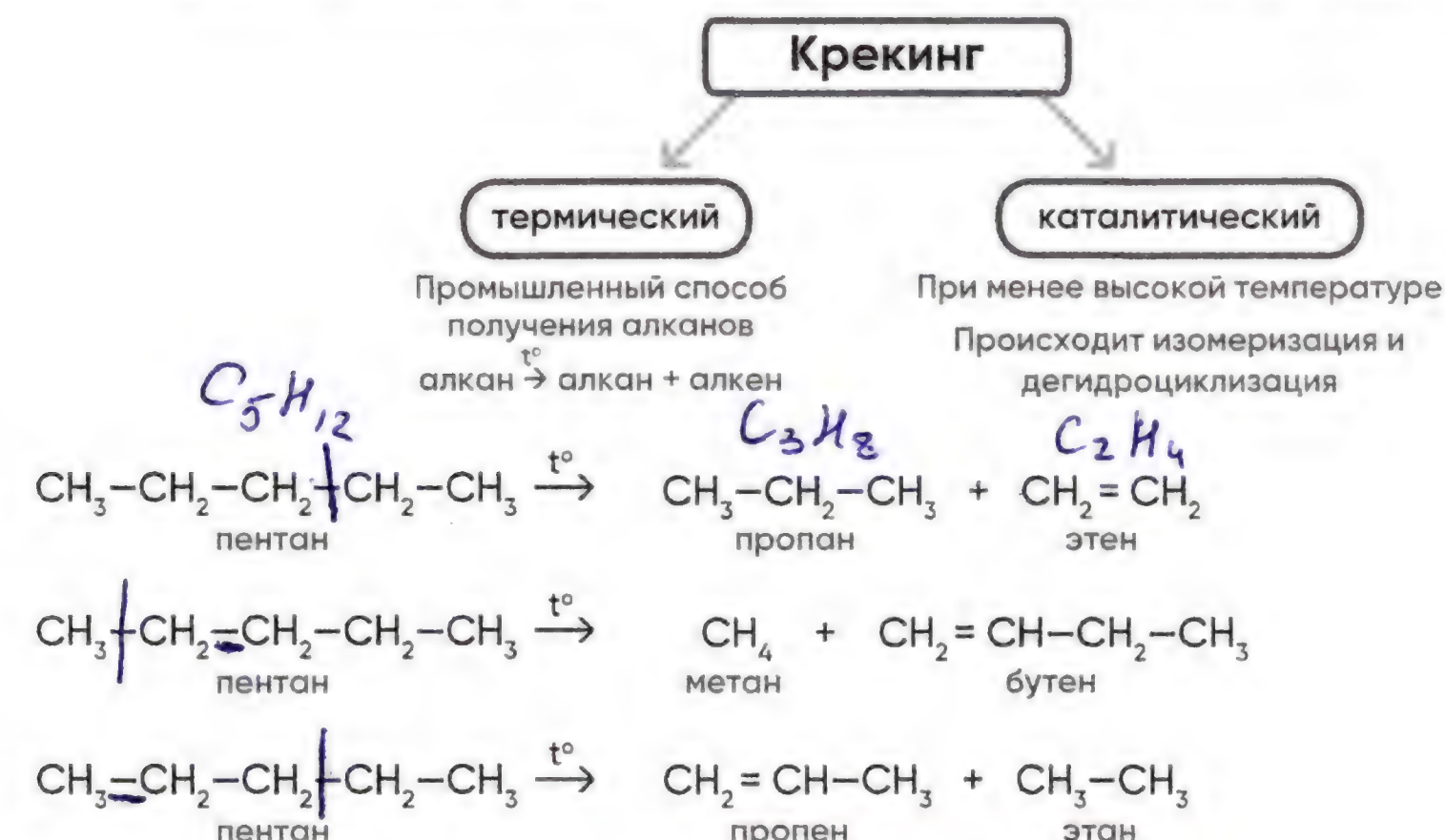
Промышленный способ получения ацетилена

Условия: $t^\circ < 1500^\circ\text{C}$



3. Крекинг

Крекинг – высокотемпературный процесс расщепления алканов с разрывом C-C связей, при этом образуются алканы и алкены с меньшей молекулярной массой.

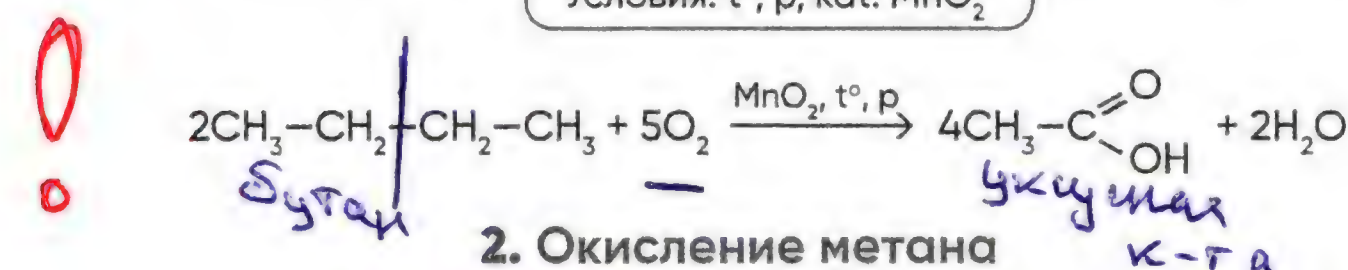


Реакции окисления

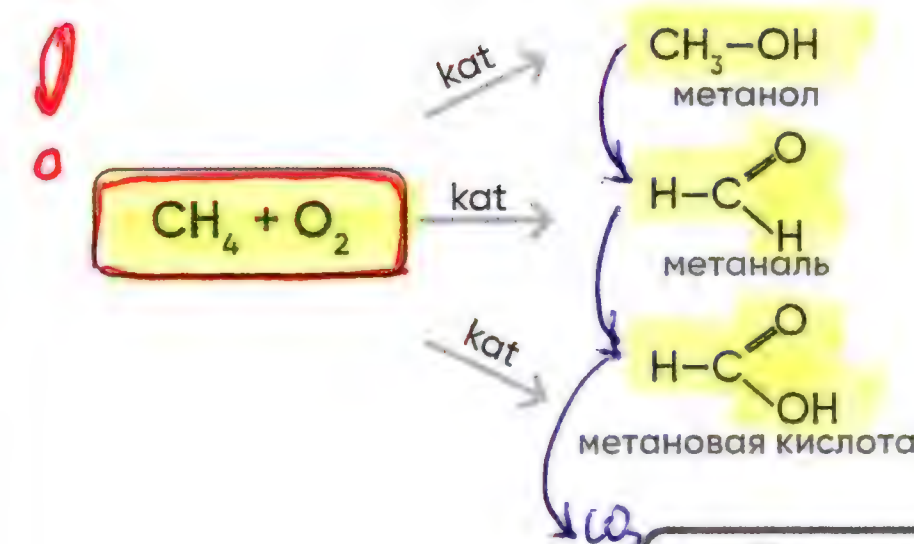
Алканы не окисляются KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4 !

1. Каталитическое окисление кислородом воздуха

Условия: t° , p, kat: MnO_2



2. Окисление метана



Получение алканов

I. Промышленные способы

1. Из природного газа
2. Фракционная перегонка нефти
3. Крекинг
4. Пиролиз
5. Риформинг
6. Гидрирование угарного газа (метод Фишера-Тропша)

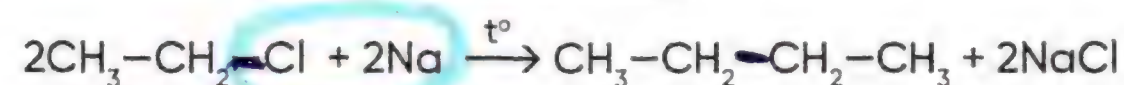
II. Лабораторные способы

1. Гидрирование непредельных углеводородов
2. Реакция Вюрца
3. Реакция Дюма
4. Реакция Кольбе
5. Карбидный способ получения метана

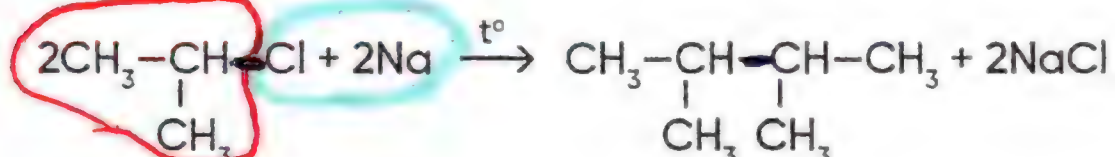
Лабораторные способы получения алканов

2. Реакция Вюрца – взаимодействие галогеналканов с металлическим натрием. В результате происходит удлинение углеродной цепи.

Условия: t°



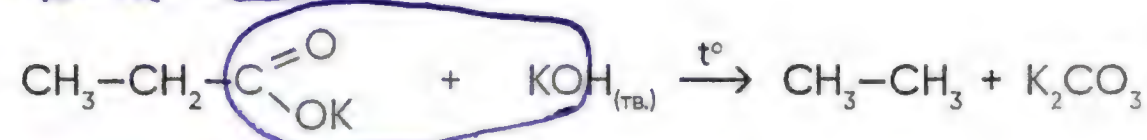
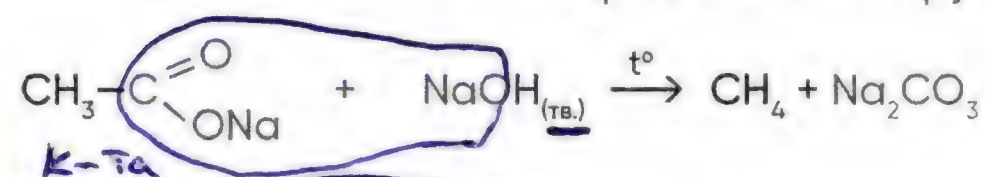
хлорэтан



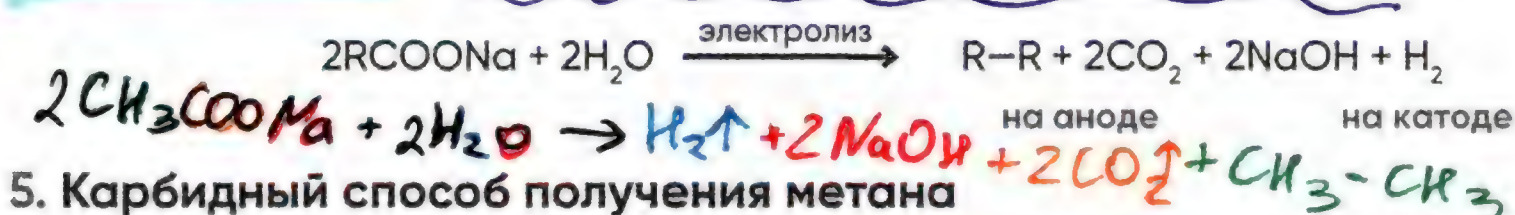
2-хлорпропан

3. Реакция Дюма – взаимодействие солей карбоновых кислот с **твёрдой** щелочью (декарбоксилирование солей карбоновых кислот).

Декарбоксилирование – отщепление карбоксильной ($-\text{COOH}$) или карбоксилатной группы ($-\text{COOMe}$).



4. Реакция Кольбе – электролиз растворов солей карбоновых кислот.



5. Карбидный способ получения метана



Химические свойства алканов

Тип реакции

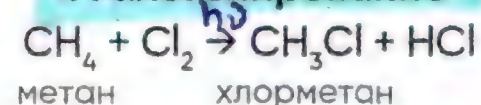
Уравнение реакции

Реакции замещения

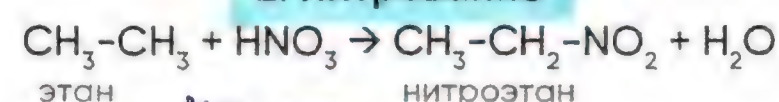
Правила замещения:

- легче замещается атом водорода наименее гидрированного атома углерода ($\text{C}_{\text{трет}} > \text{C}_{\text{втор}} > \text{C}_{\text{перв}}$)
- если в молекуле имеется галоген, то легче замещение протекает у того атома углерода, у которого присутствует этот заместитель

1. Галогенирование



2. Нитрование



HO-NO₂

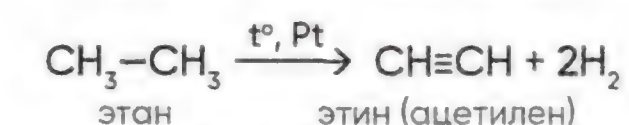
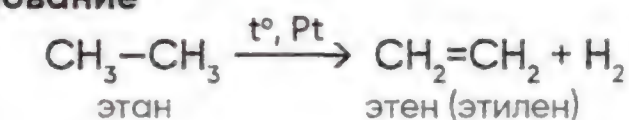
Тип реакции

Уравнение реакции

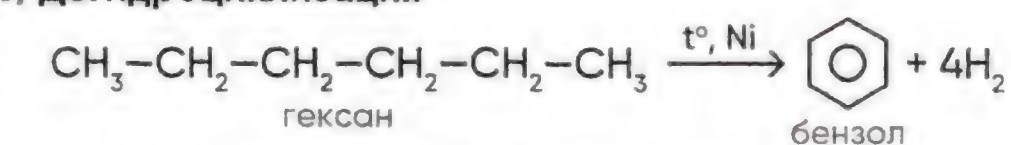
Реакции отщепления

1. Дегидрирование

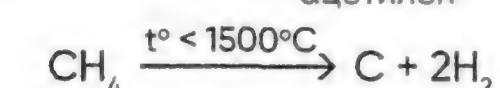
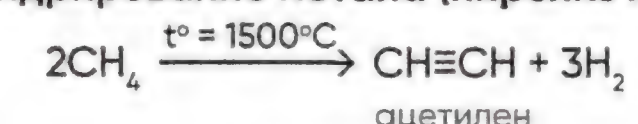
а) Дегидрирование



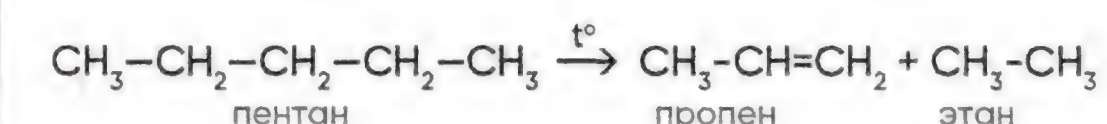
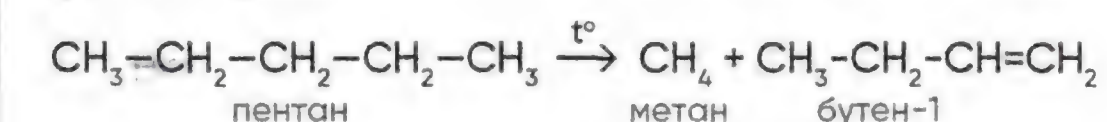
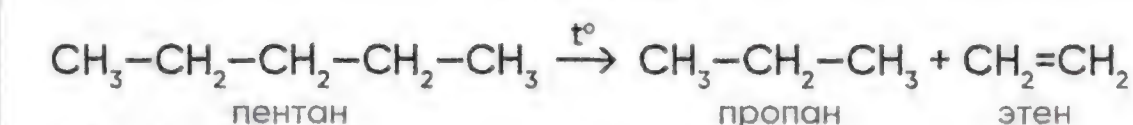
б) Дегидроциклизация



2. Дегидрирование метана (пиролиз метана)



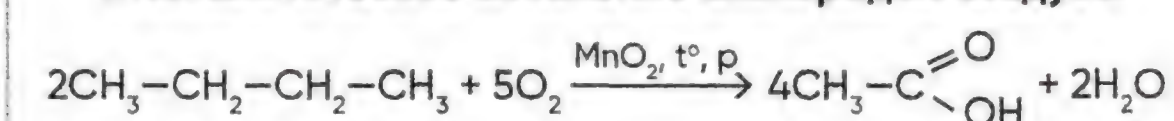
3. Крекинг



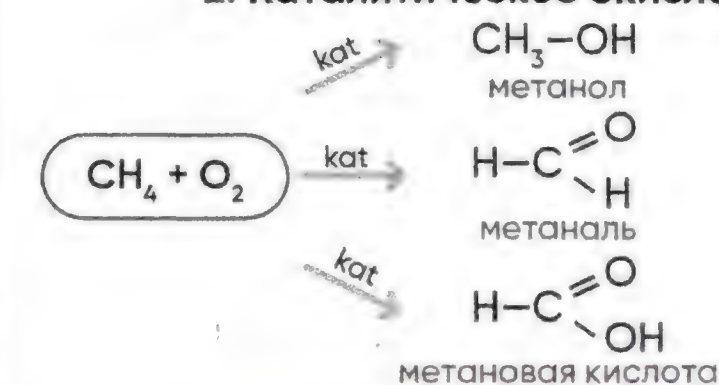
Реакции отщепления

Реакции окисления

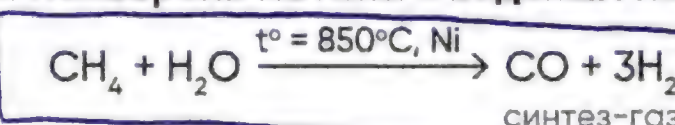
1. Каталитическое окисление кислородом воздуха



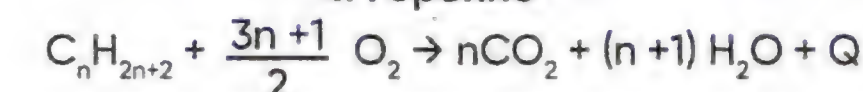
2. Каталитическое окисление метана



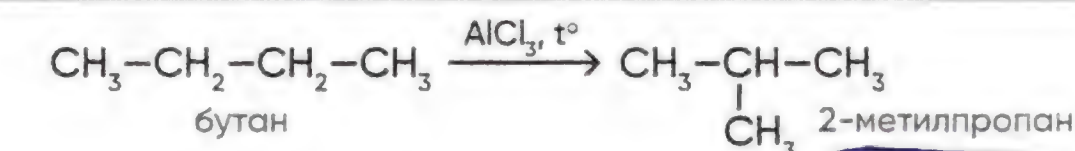
3. Конверсия метана с водяным паром



4. Горение



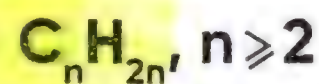
Реакции изомеризации



Алкены

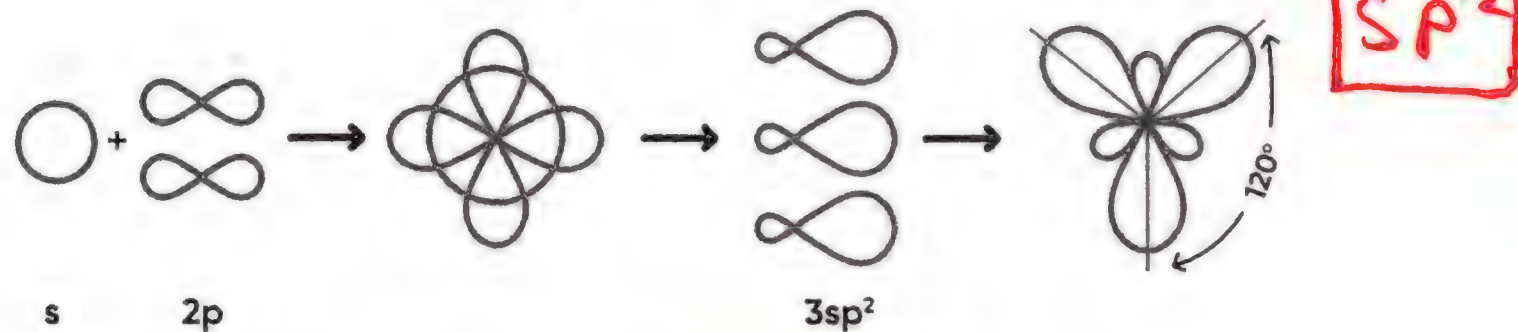
Алкены – непредельные (ненасыщенные) ациклические углеводороды, содержащие одну двойную связь между атомами углерода C=C (одна σ – прочная, другая π – значительно слабее).

Общая формула класса:

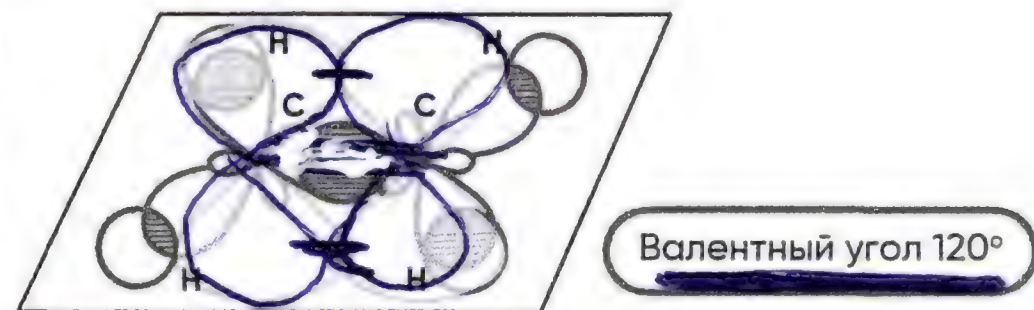


Электронное и пространственное строение

sp²-гибридизация



Ковалентная связь	Длина связи, нм	Энергия связи, кДж/моль
C-C	0,154	350
C=C	0,134	610

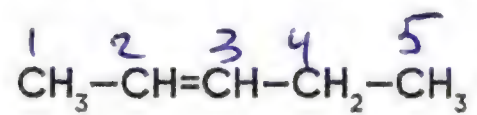


Гомологический ряд

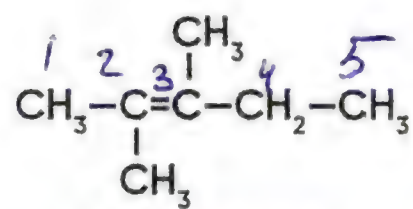
Формула	Название		Радикал (R)	Название радикала
C_2H_4	этилен (этен)	$H_2C=CH_2$	$CH_2=CH-$	винил
C_3H_6	пропилен (пропен)	$H_2C=CH-CH_3$	$CH_2=CH-CH_2-$	аллил

C=Cc1ccccc1
Винилбензол (стирол)

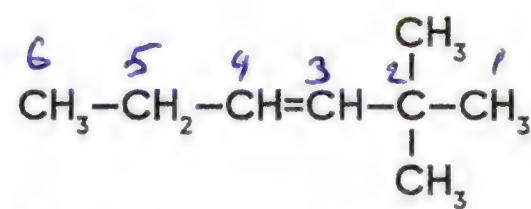
Учимся называть!



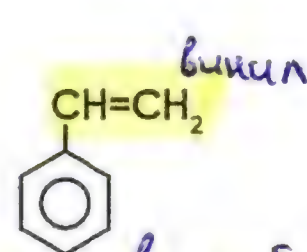
пектен-2



2,3-диметилпентен-2

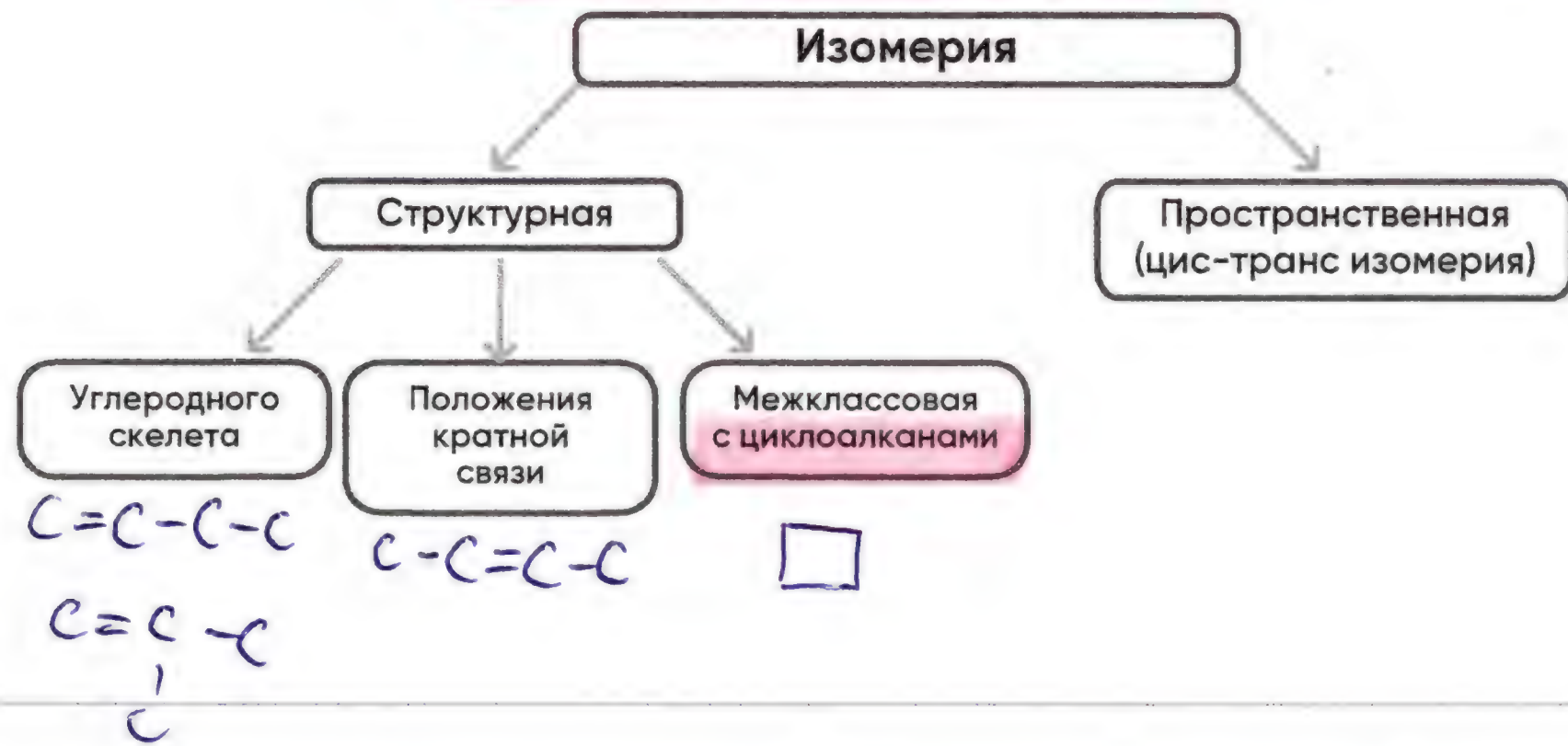


22-гипотензексен-



винилбензол
(Стирол)

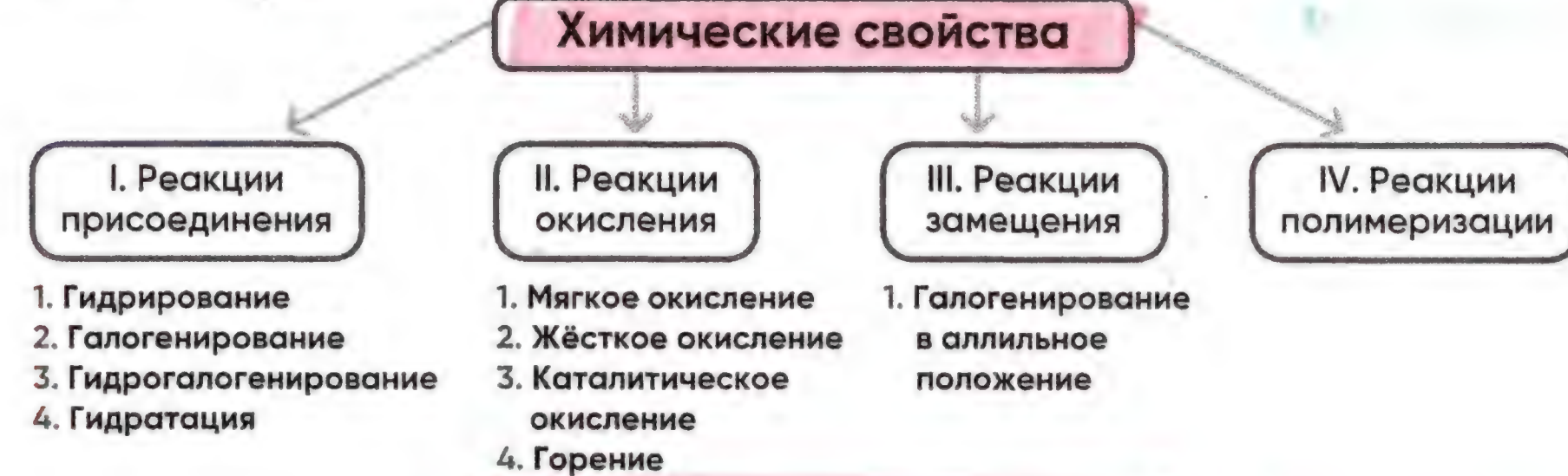
Виды изомерии алкенов



Физические свойства

1.
 - C_2-C_4 — газы
 - C_5-C_{17} — жидкости
 - $C_{18} - C_{\infty}$ — твёрдые вещества
2. Нерастворимы в воде.
3. Хорошо растворяются в органических растворителях, таких как бензин, бензол, хлороформ и др.
4. С увеличением их относительной молекулярной массы увеличиваются их температуры кипения и плавления.
5. π -связь слабее σ -связи.

Химические свойства

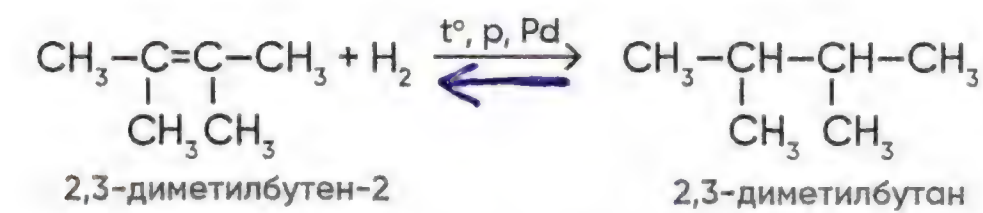


Реакции присоединения

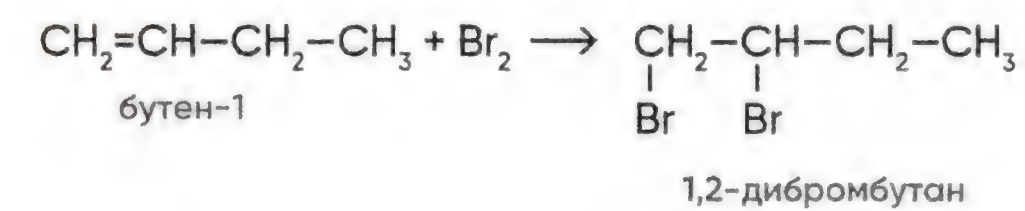
1. Гидрирование

Гидрирование – присоединение атомов водорода.

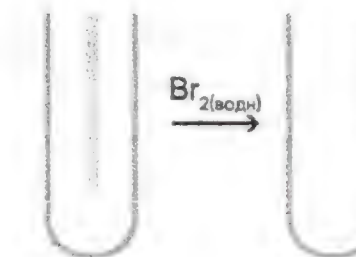
Условия: t° , p , катализаторы (kat): Ni, Pt, Pd



2. Галогенирование (Cl_2 , Br_2)



Качественная реакция – обесцвечивание бромной воды

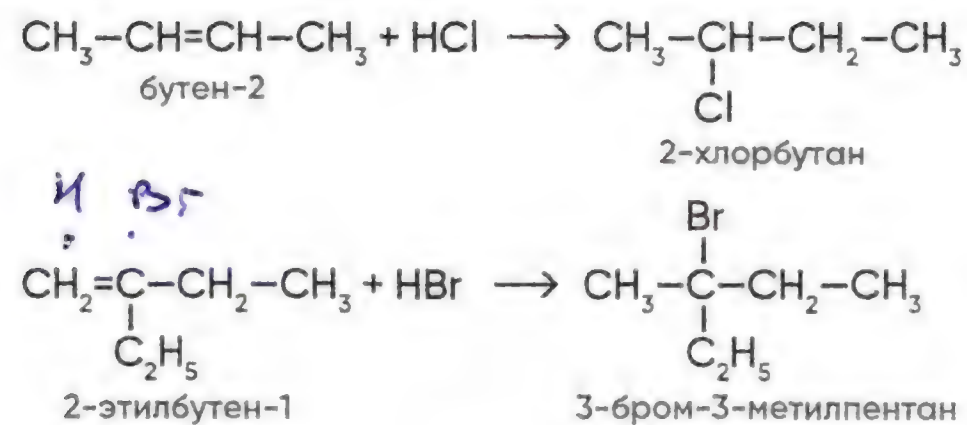


3. Гидрогалогенирование

Гидрогалогенирование – присоединение молекулы галогенводорода (HHal).

Протекает согласно правилу В.В. Марковникова:

При присоединении веществ типа HX ($\text{X} = \text{Hal}, \text{OH}$) к несимметричным алкенам катион водорода присоединяется к атому углерода при кратной связи, связанному с большим числом атомов водорода.

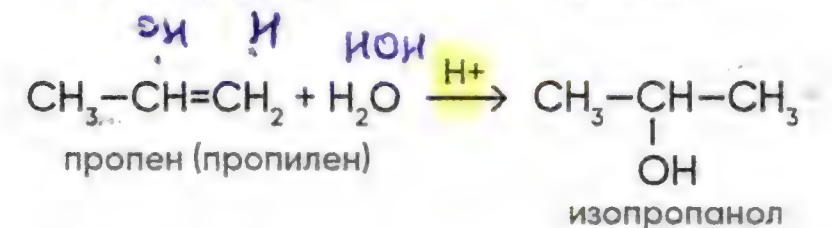
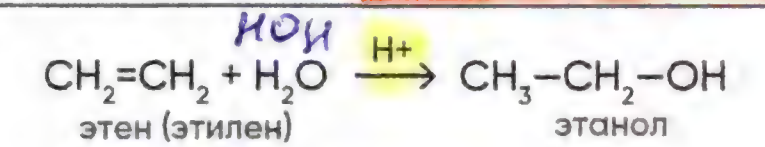


4. Гидратация

Гидратация — присоединение молекулы воды.

Условия: кислая среда (H⁺)

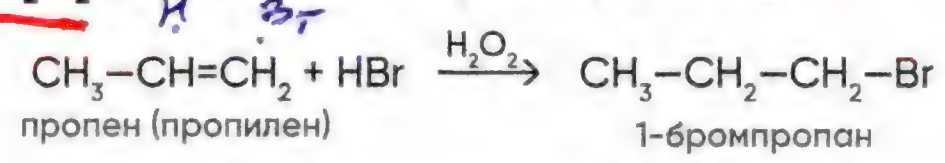
Протекает согласно правилу В.В. Марковникова



присоединение
H₂O

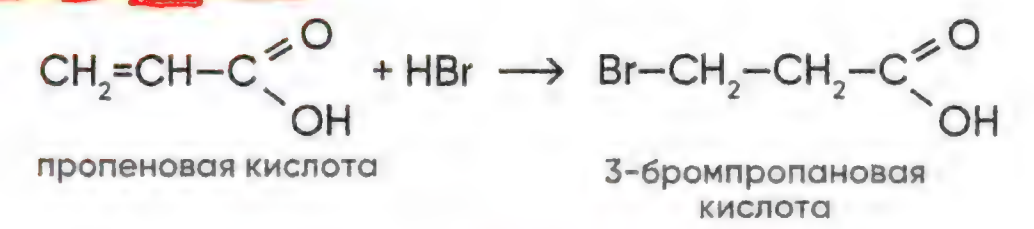
Исключения из правила В.В. Марковникова

1. Катализатор — H₂O₂ (радикальное присоединение)



2. Наличие в производном электроотрицательного элемента/группы

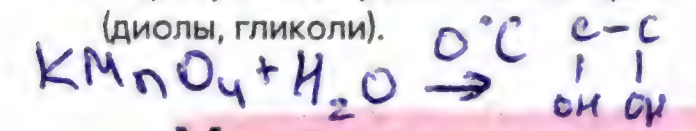
CH₂=CH-X
X = -CN, -NO₂, -COOH, -F, -CCl₃, -CF₃



Окисление алкенов

1. Мягкое окисление

Протекает под действием **водного раствора** перманганата калия/натрия без нагревания. Образуются двухатомные спирты (диолы, гликоли).



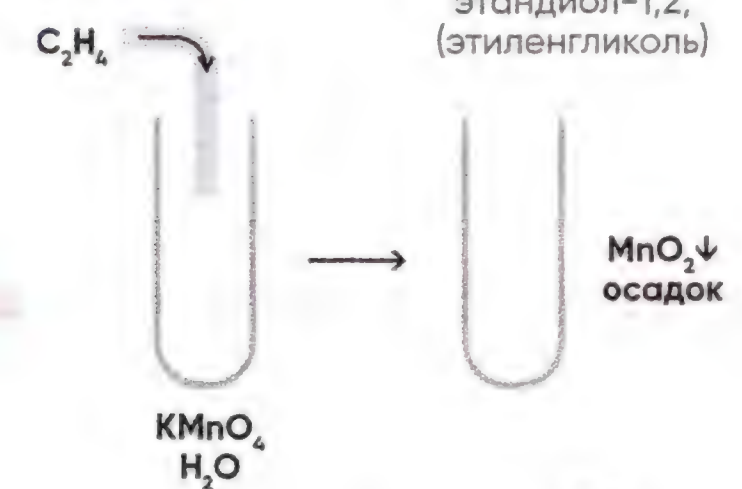
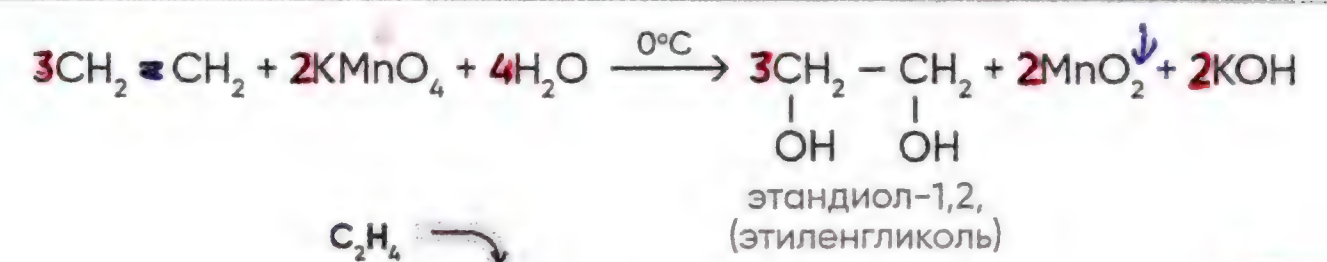
Мягкое окисление (реакция Вагнера)

Обесцвечивание раствора перманганата натрия/калия и выпадение бурого осадка — качественная реакция на наличие кратной связи

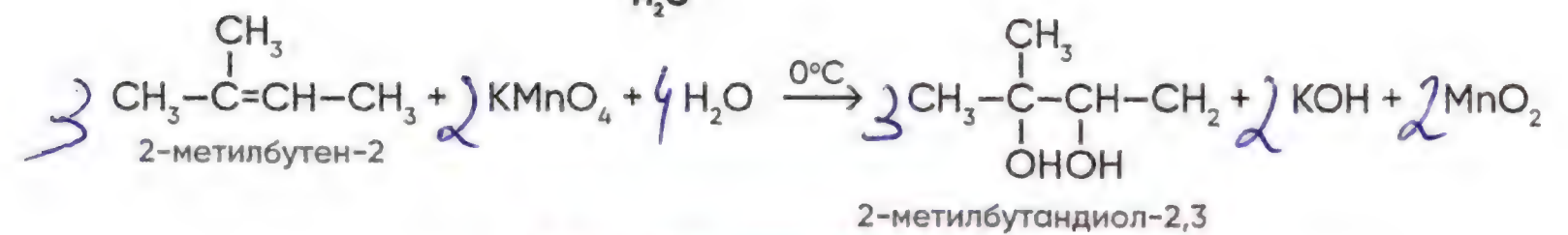
Образуются двухатомные спирты (диолы, гликоли)

2. Жёсткое окисление

Протекает под действием раствора перманганата калия/натрия в **кислой, щелочной среде или в нейтральной** при нагревании. Происходит разрыв кратной связи.



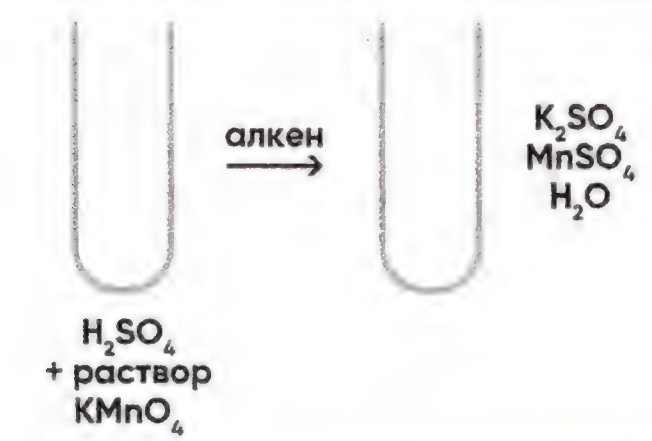
324-322



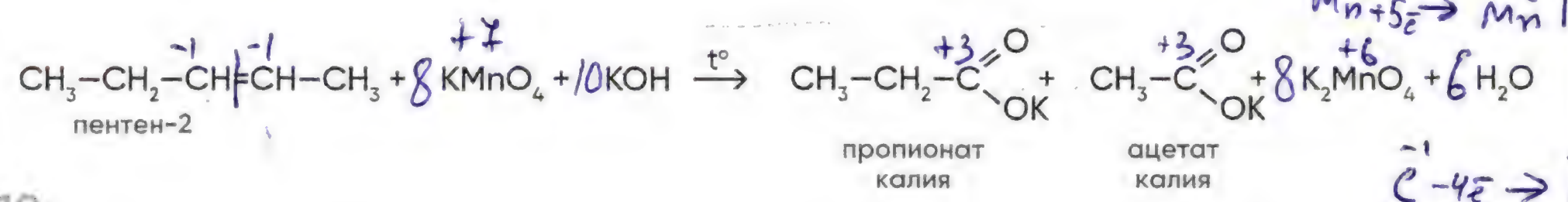
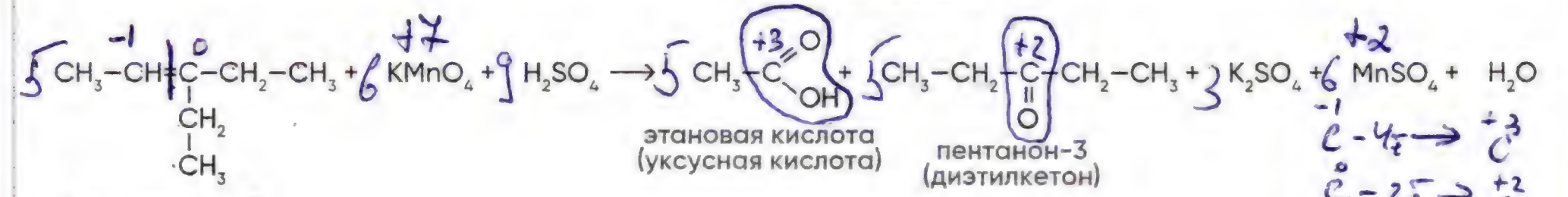
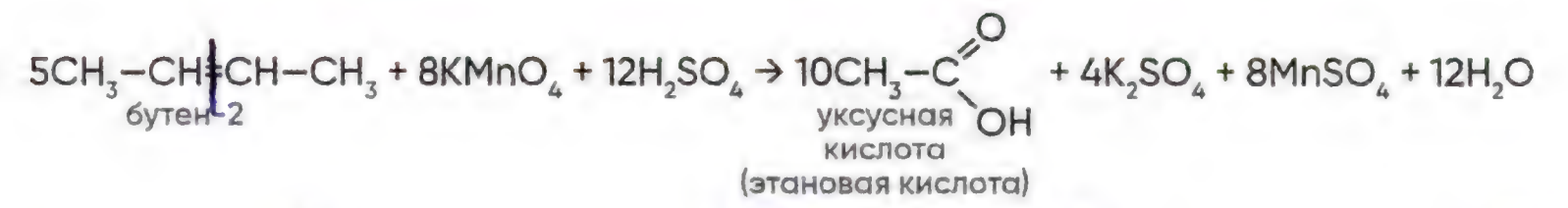
Жёсткое окисление

Обесцвечивание раствора перманганата натрия/калия — качественная реакция на наличие кратной связи

Протекает с разрывом двойной связи



Фрагмент цепи	В кислой среде	В щелочной среде
=CH ₂	CO ₂	K ₂ CO ₃
=CH-R	R-COOH	R-COOK
=C-R R	R-C(=O)-R O	R-C(=O)-R O



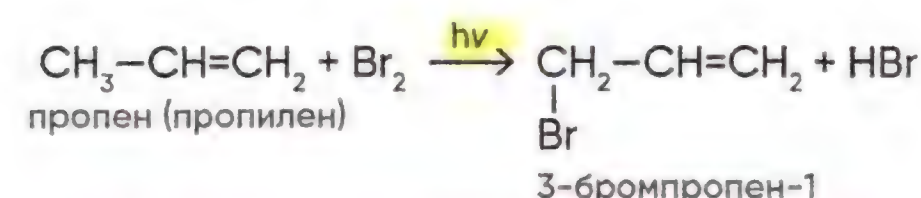
Handwritten redox calculations for the oxidation of pent-2-ene:

$$\begin{array}{l} \overset{-1}{\text{C}} - 4\text{e}^- \rightarrow \overset{+3}{\text{C}} \\ \overset{-1}{\text{C}} - 4\text{e}^- \rightarrow \overset{+3}{\text{C}} \\ \text{Mn}^{+7} + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{+2} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} 5 \\ 5 \\ 6 \end{array} \right.$$

Реакции замещения

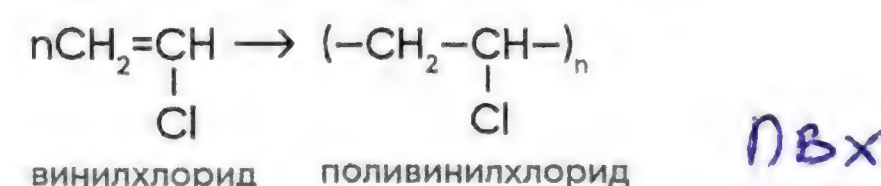
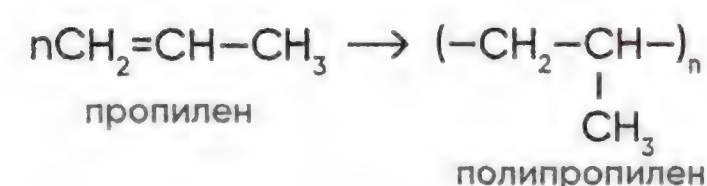
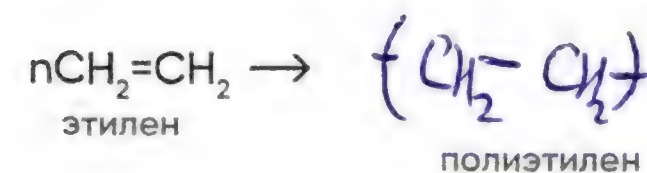
1. Галогенирование в аллильное положение

Условия: t° или $h\nu$



Реакции полимеризации

Полимеризация — это процесс соединения одинаковых молекул (мономеров), протекающий за счёт разрыва кратных связей, с образованием высокомолекулярного соединения (полимера).



Получение алкенов

I. Промышленные способы

1. Термический крекинг алканов
2. Дегидрирование алканов

II. Лабораторные способы

1. Неполное гидрирование алкинов
2. Дегидратация спиртов
3. Дегидрогалогенирование моногалогеналканов
4. Дегалогенирование дигалогеналканов

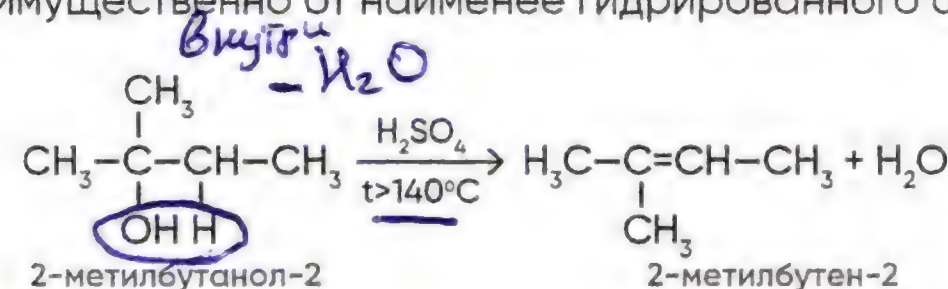
Лабораторные способы получения алкенов

2. Дегидратация спиртов

Условия: $t > 140^\circ$, кат: H_2SO_4

Протекает согласно правилу А.М. Зайцева

Отщепление водорода в реакциях дегидрогалогенирования и дегидратации происходит преимущественно от наименее гидрированного атома углерода.

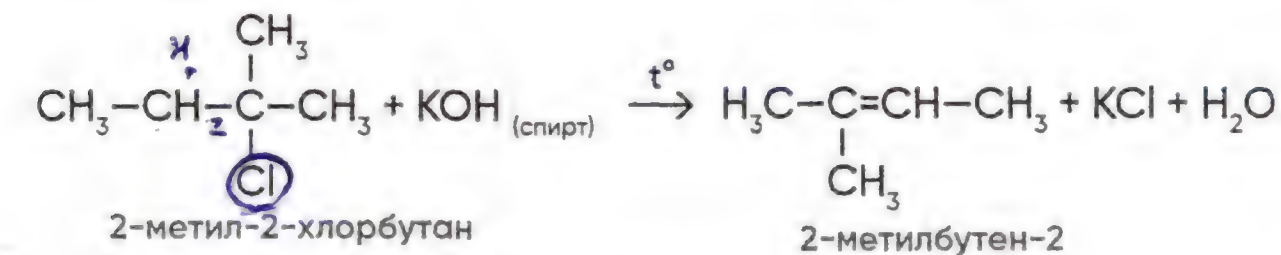
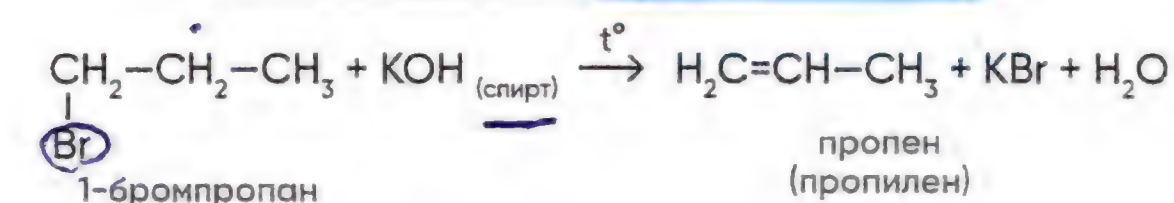


$t < 140^\circ \rightarrow$ меньше $\rightarrow$ менее молек.

3. Дегидрогалогенирование моногалогеналканов при помощи спиртового раствора щелочи

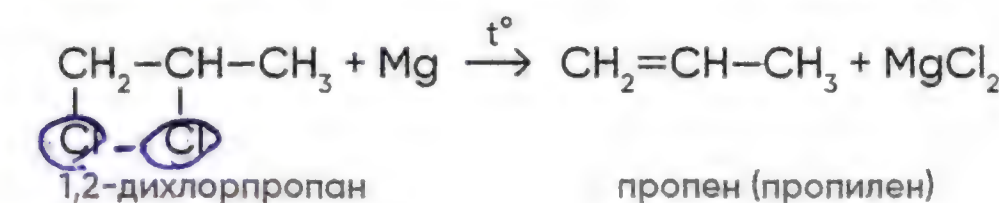
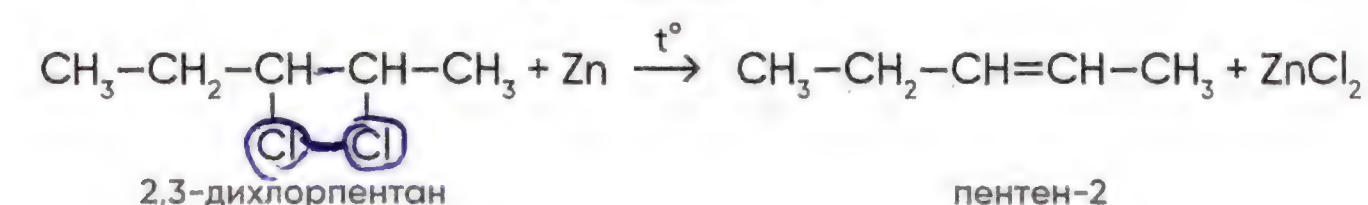
Условия: t°

Протекает согласно правилу А.М. Зайцева:



4. Дегалогенирование дигалогеналканов с атомами галогена у соседних атомов с помощью Zn или Mg

Условия: t°



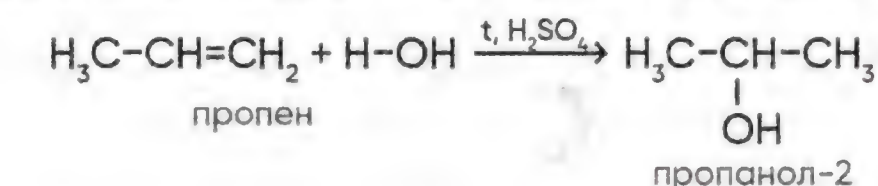
Химические свойства алкенов

Тип реакции

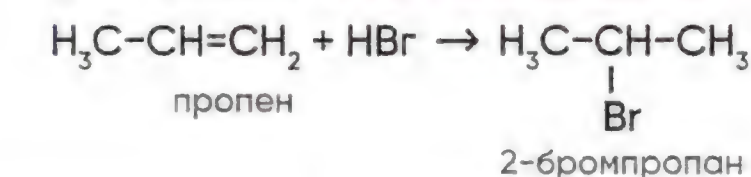
Уравнение реакции

1. Гидратация (правило В. В. Марковникова)

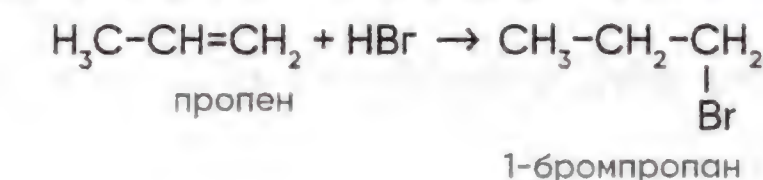
В реакциях гидратации и гидрогалогенирования водород присоединяется к более гидрированному, а гидроксогруппа или галоген — к менее гидрированному атому углерода при двойной связи:



2. Гидрогалогенирование (+HCl, +HBr, +HI) (по правилу В. В. Марковникова)



Гидрогалогенирование в присутствии пероксидов (H_2O_2) не подчиняется правилу В. В. Марковникова («пероксидный» эффект):

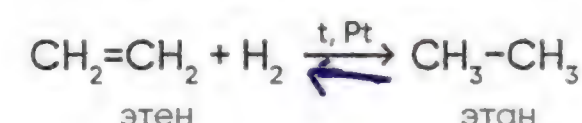


Реакции присоединения

Тип реакции

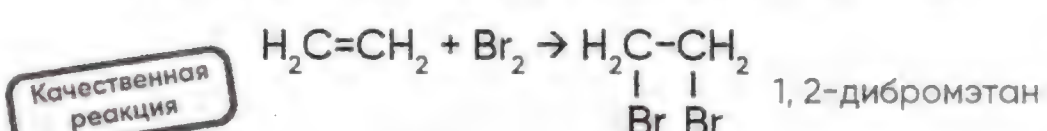
Уравнение реакции

3. Гидрирование

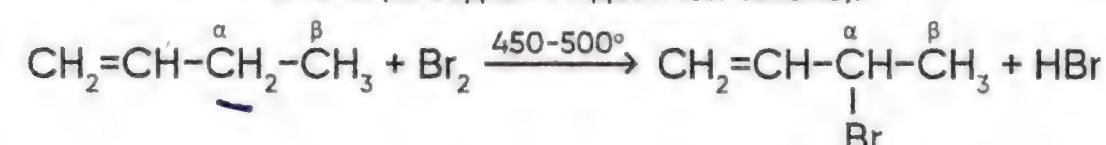


4. Галогенирование

Протекает при обычных условиях; качественная реакция – обесцвечивание бромной воды:

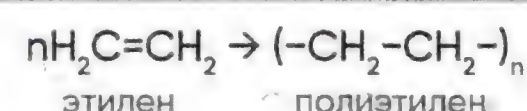


При освещении или при высокой температуре происходит не присоединение галогенов, а замещение водорода у α-углеродного атома (соседнего с двойной связью):



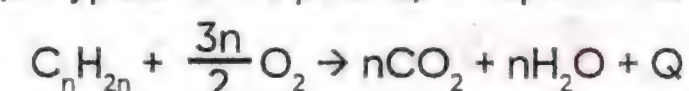
Реакции присоединения

Реакции полимеризации



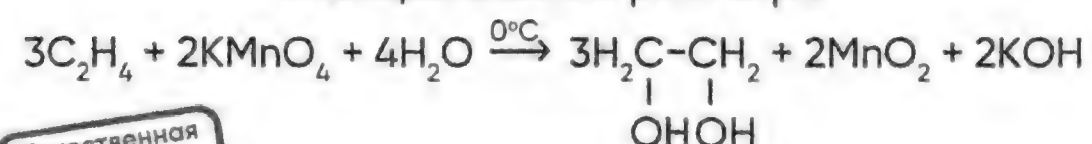
1. Горение (полное окисление)

Общее уравнение реакции горения алкенов:

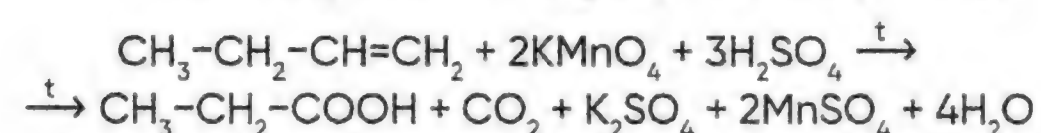
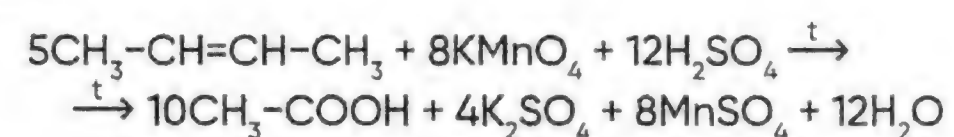


2. Неполное окисление раствором KMnO_4

При реакции с KMnO_4 в различных средах – обесцвечивание раствора



Качественная реакция этандиол-1, 2 (этиленгликоль)

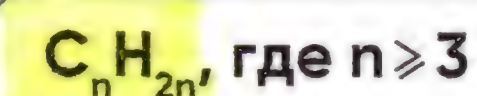


Реакции окисления

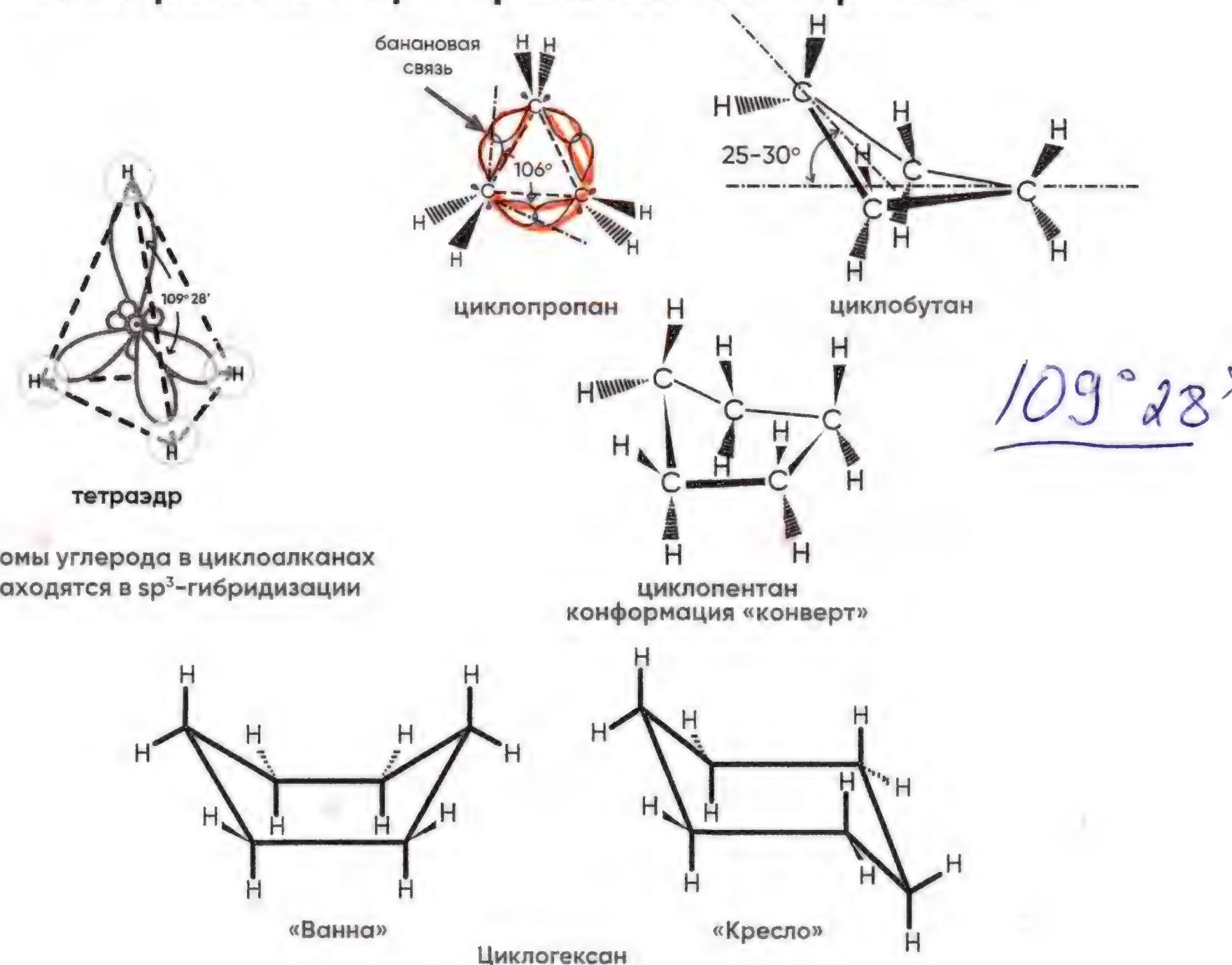
Циклоалканы

Циклоалканы (циклопарафины) – предельные (насыщенные) циклические (содержащие замкнутые углеродные цепи) углеводороды.

Общая формула класса:



Электронное и пространственное строение



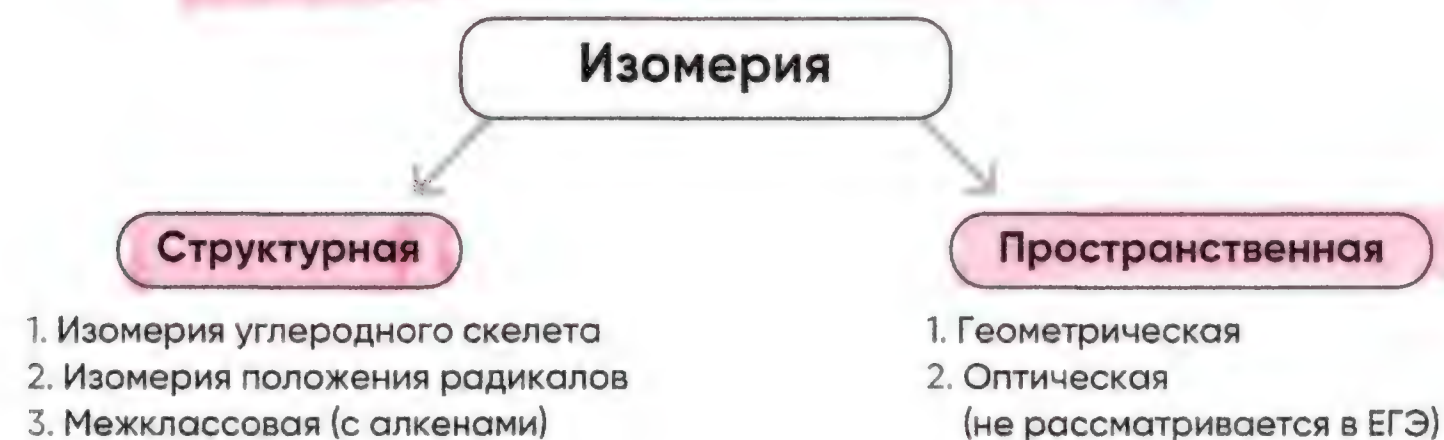
Гомологический ряд

Структурная формула	Скелетная формула	Молекулярная формула	Название
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$		C_3H_6	циклопропан
$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$		C_4H_8	циклобутан
$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$		C_5H_{10}	циклопентан

Гомологический ряд

Структурная формула	Скелетная формула	Молекулярная формула	Название
		C_6H_{12}	циклогексан
		C_7H_{14}	циклогептан
		C_8H_{16}	циклооктан

Виды изомерии у циклоалканов



Физические свойства

- $C_3H_6 - C_4H_8$ — газы
- $C_5H_{10} - C_{11}H_{22}$ — жидкости
- $C_{12}H_{24} - C_{\infty}$ — твёрдые вещества

Нерастворимы в воде.
Температуры кипения и плавления циклоалканов выше, чем у соответствующих алканов.

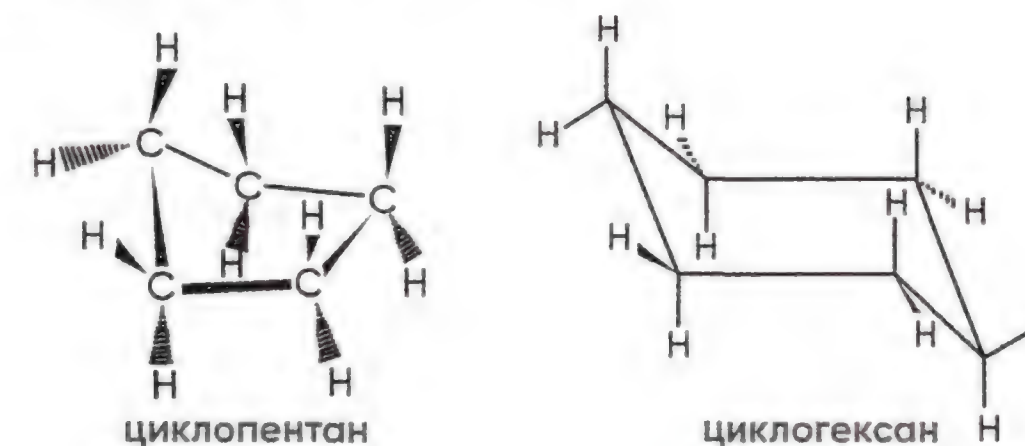
Химические свойства

- Малые циклы** — циклопропан и циклобутан
Характерны реакции присоединения



2. Большие циклы — 5 и больше углеродов

Характерны реакции замещения



Химические свойства

- I. Реакции присоединения**

характерно для малых циклов $C_3 - C_4$

 - Гидрирование (характерно и для C_5)
 - Галогенирование
 - Гидрогалогенирование

для маленьких

II. Реакции замещения

 - Галогенирование
 - Нитрование

для больших

III. Реакции отщепления

 - Дегидрирование

всем

IV. Реакции окисления

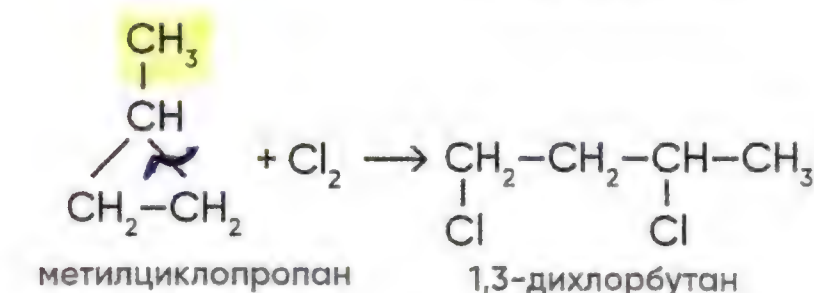
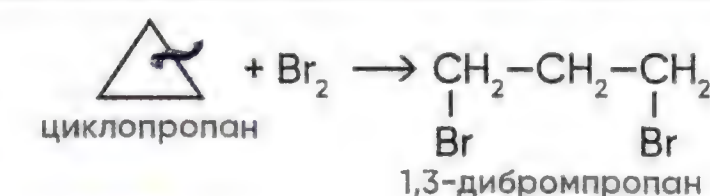
 - Деструктивное окисление (горение)

V. Реакции изомеризации

Реакции присоединения

2. Галогенирование

Обесцвечивание бромной воды — качественная реакция на циклопропан

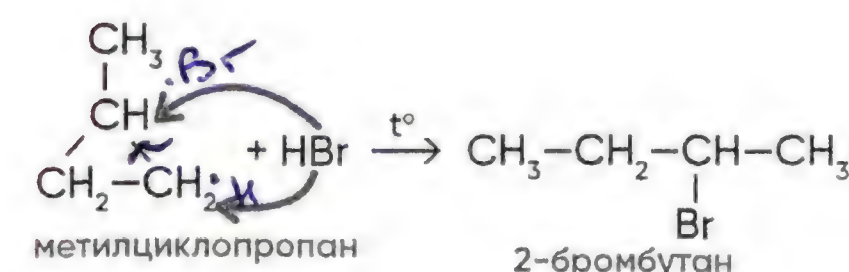
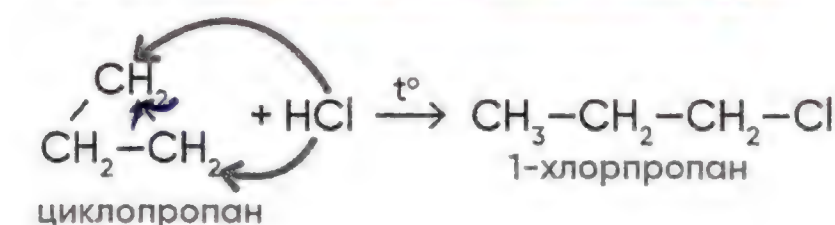


3. Гидрогалогенирование

Важно!
Характерно для C_3

Условия: t°

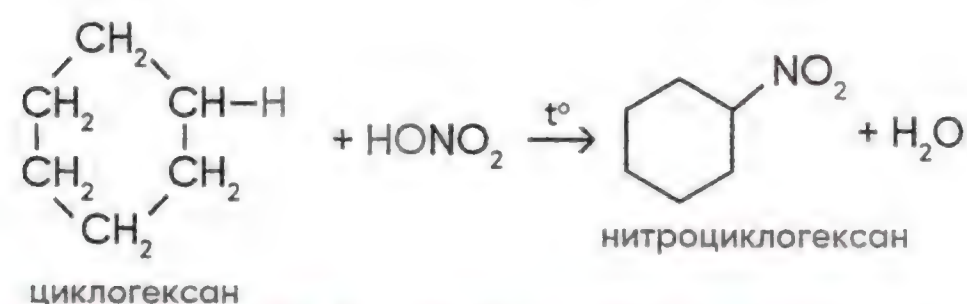
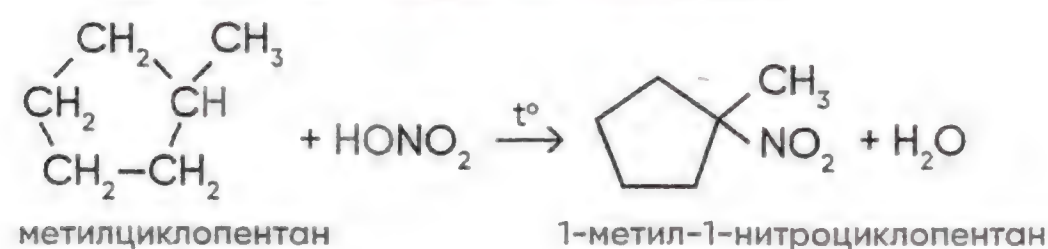
Протекает по правилу Марковникова



Реакции замещения

2. Нитрование (реакция Коновалова)

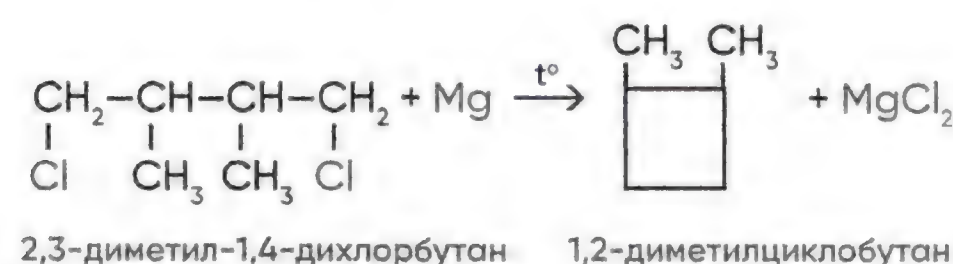
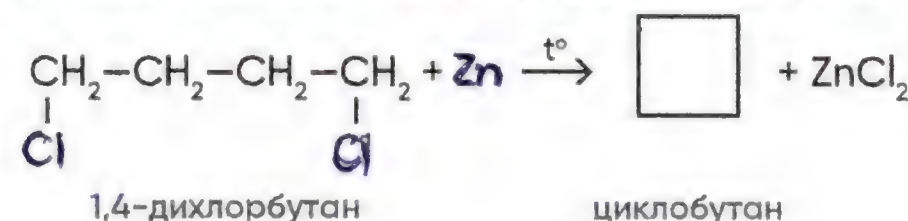
Условия: HNO_3 (разб.), $t^\circ = 120-150^\circ\text{C}$



Получение циклоалканов

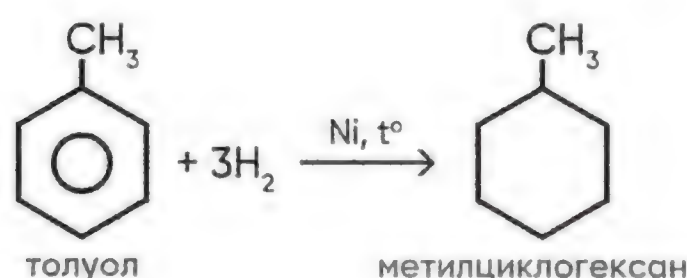
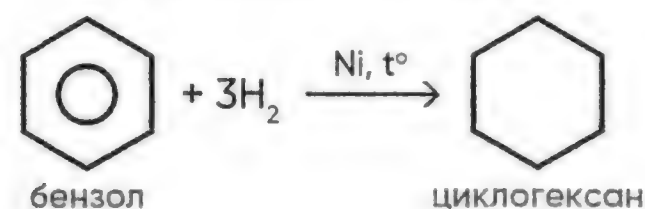
1. Из нефти и природного газа

2. Дегалогенирование дигалогеналканов (под действием цинка или магния)



3. Гидрирование ароматических углеводородов

Условия: t° , kat: Ni, Pt, Pd



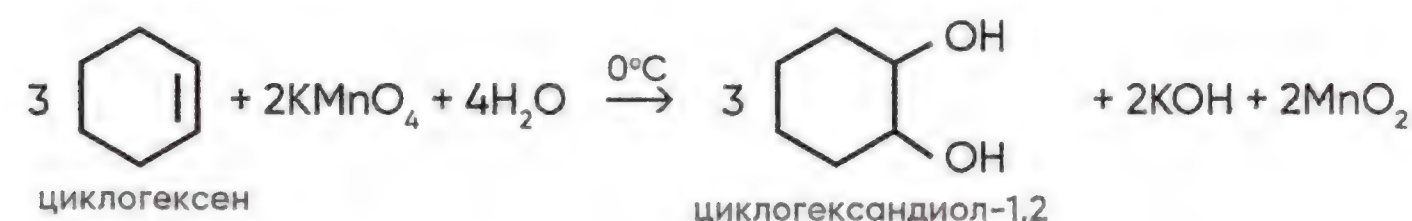
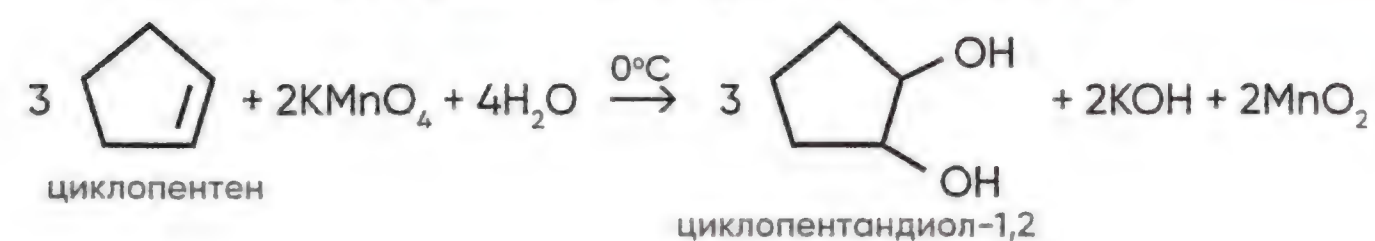
Химические свойства циклоалканов

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции присоединения $\text{C} \geq 3, 4$	1. Галогенирование (+ Cl_2, + Br_2) (с йодом реакция не идет ни при каких условиях) Качественная реакция $\triangle + \text{Br}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$ циклопропан 1,3-дибромпропан 2. Гидрирование (+ H_2) $\triangle + \text{H}_2 \xrightarrow{t, \text{Ni}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ циклопропан пропан 3. Гидрогалогенирование (+ HCl, + HBr) $\triangle + \text{HCl} \xrightarrow{t, \text{Ni}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ циклопропан 1-хлорпропан Примечание: характерны для малых циклов, где $\text{C} = 3, 4$; реакции протекают с разрывом цикла
Реакции замещения $\text{C} \geq 5$	1. Галогенирование (+ Cl_2, + Br_2) (с йодом реакция не идет ни при каких условиях) $\text{C}_5\text{H}_{10} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{C}_5\text{H}_9\text{Br} + \text{HBr}$ циклопентан бромциклопентан 2. Нитрование (+ HNO_3) $\text{C}_5\text{H}_{10} + \text{HO}-\text{NO}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_5\text{H}_9\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ циклопентан нитроциклопентан Примечание: характерны для больших циклов, где $\text{C} \geq 5$; реакции протекают с разрывом связи C-H
Реакции окисления	Горение (полное окисление) Общее уравнение реакции горения циклоалканов: $\text{C}_n\text{H}_{2n} + \frac{3n}{2} \text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} + Q$
Реакции отщепления	Дегидрирование (- H_2) $\text{C}_6\text{H}_{12} \xrightarrow{t, \text{Pt}} \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$ циклогексан бензол
Реакция изомеризации	$\square - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_5\text{H}_9 - \text{CH}_3$

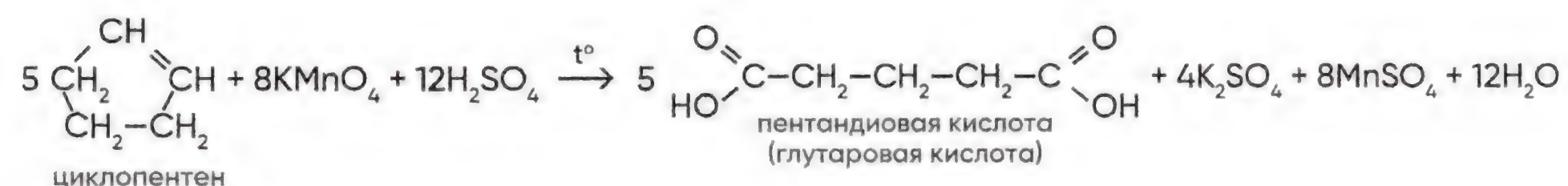
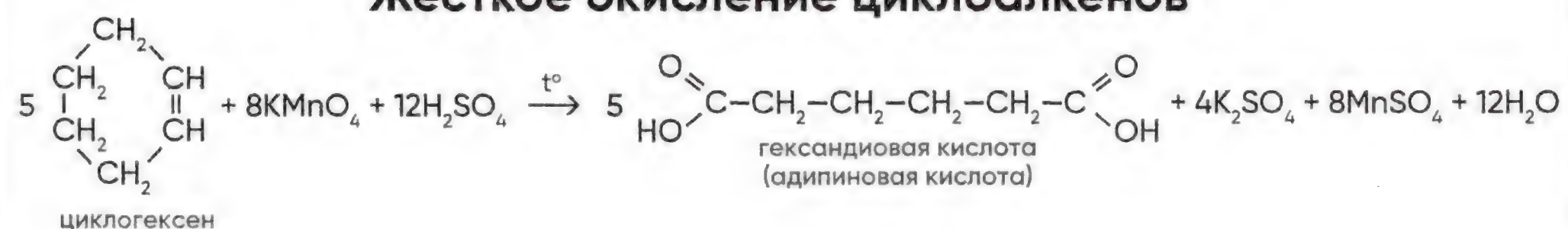
Циклоалкены

Окисление циклоалканов

Мягкое окисление циклоалкенов



Жёсткое окисление циклоалкенов

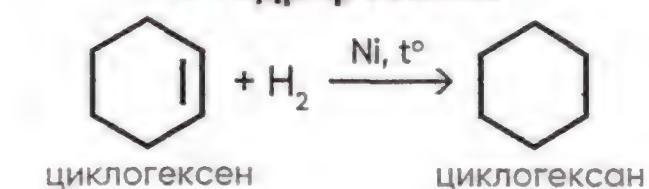


Химические свойства циклоалкенов

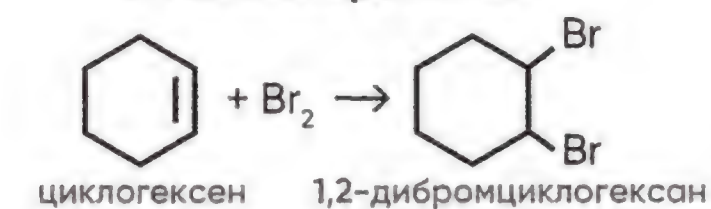
Тип реакции

Уравнение реакции

1. Гидрирование

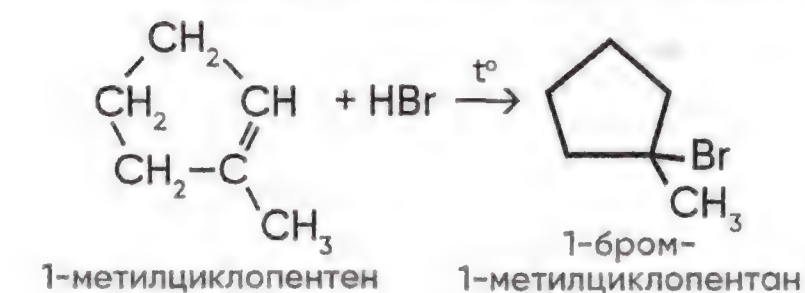


2. Галогенирование



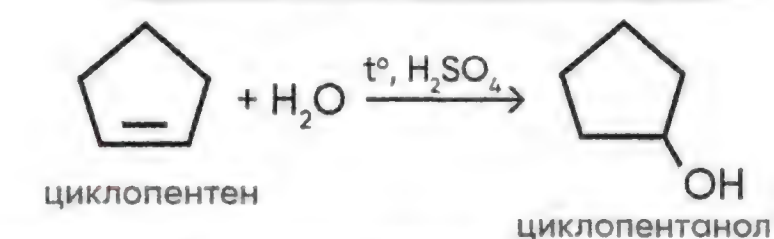
3. Гидрогалогенирование

Протекает по правилу Марковникова



4. Гидратация

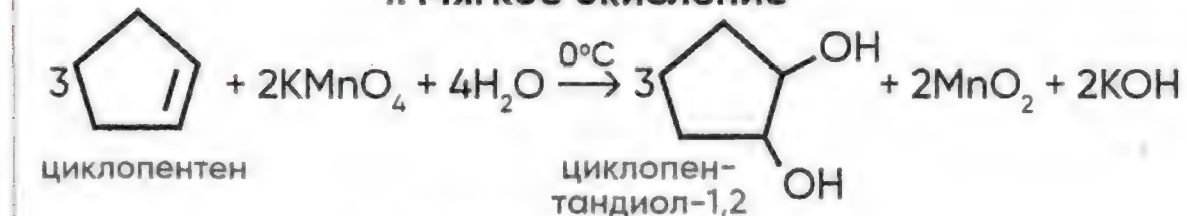
Протекает по правилу Марковникова



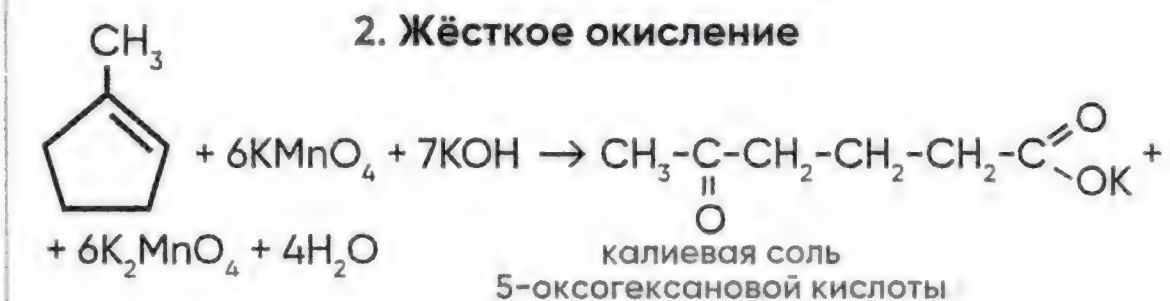
Реакции присоединения

Реакции окисления

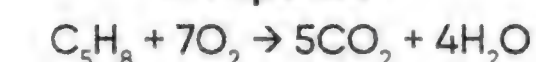
1. Мягкое окисление



2. Жёсткое окисление



3. Горение



Алкадиены

Алкадиены (диены, диеновые углеводороды) — соединения, в молекулах которых присутствуют две двойные связи.

Общая формула класса:



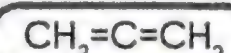
Виды алкадиенов

Диены

Кумулированные

Неустойчивы, в ЕГЭ практически не рассматриваются

Аллен (пропадиен)



С изолированными двойными связями

Проявляют свойства, сходные со свойствами типичных алкенов

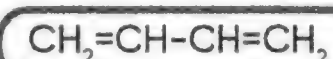
Пентадиен-1,4



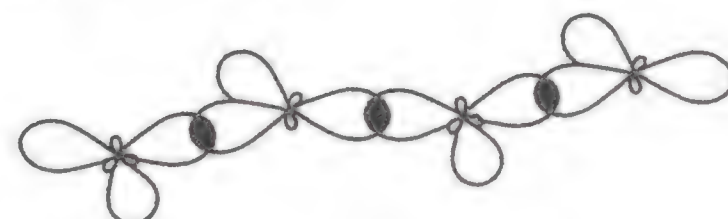
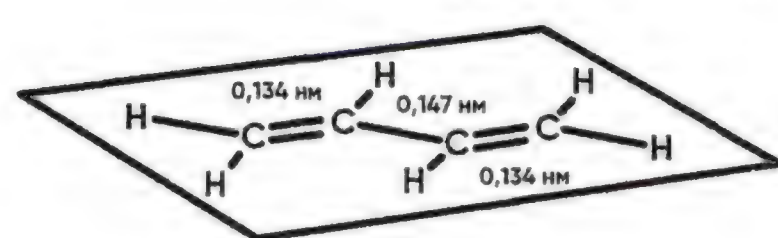
С сопряжёнными двойными связями

Имеют характерные свойства, связанные с сопряжённой π -электронной системой

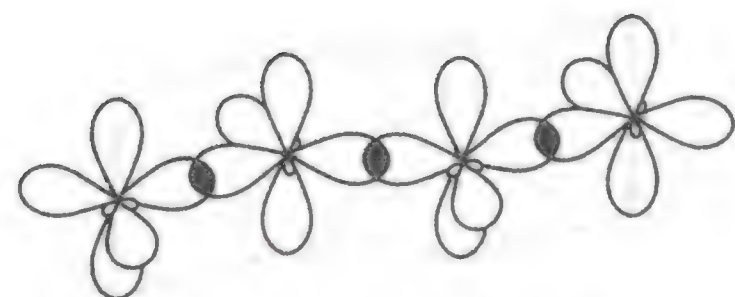
Бутадиен-1,3



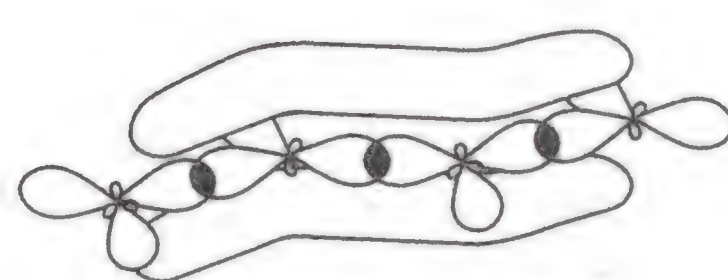
Строение бутадиена-1,3



Система σ -связей

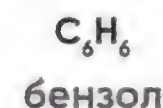
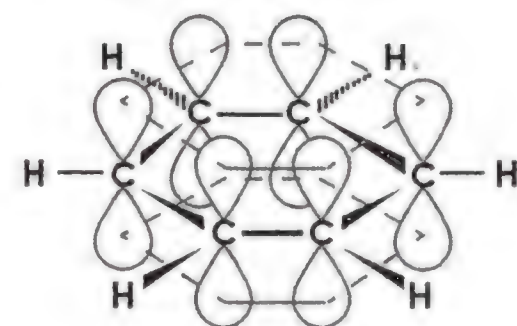
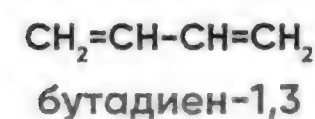
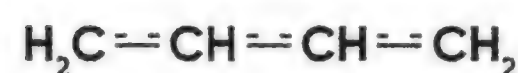
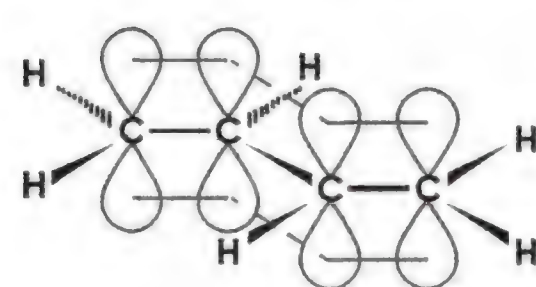


Система из p-орбиталей



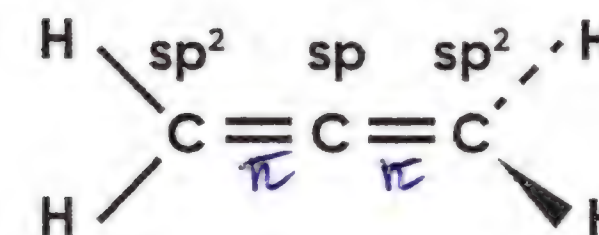
Система делокализованных π -связей
Сопряжённая система

Система π , π -сопряжённых связей

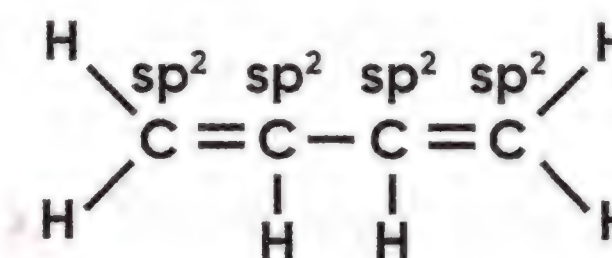


Гибридизация

Аллены



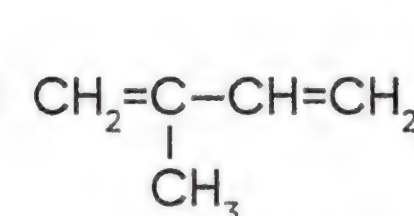
Сопряжённые и изолированные алкадиены



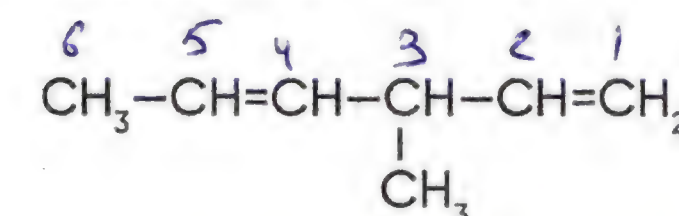
Гомологический ряд

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
C_4H_6	бутадиен-1,3	$CH_2=CH-CH=CH_2$ <i>дивинил</i>
C_5H_8	пентадиен-1,3	$H_2C=CH-CH=CH-CH_3$
C_6H_{10}	гексадиен-1,3	$H_2C=CH-CH=CH-CH_2-CH_3$

Учимся называть!



изопрен



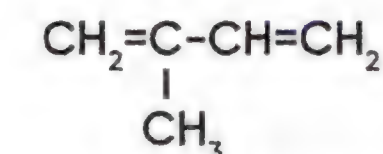
3-метилгексадиен-4,4

Тривиальные названия

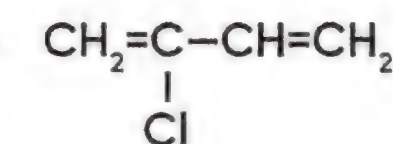
Дивинил



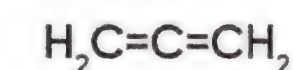
Изопрен



Хлоропрен



Аллен



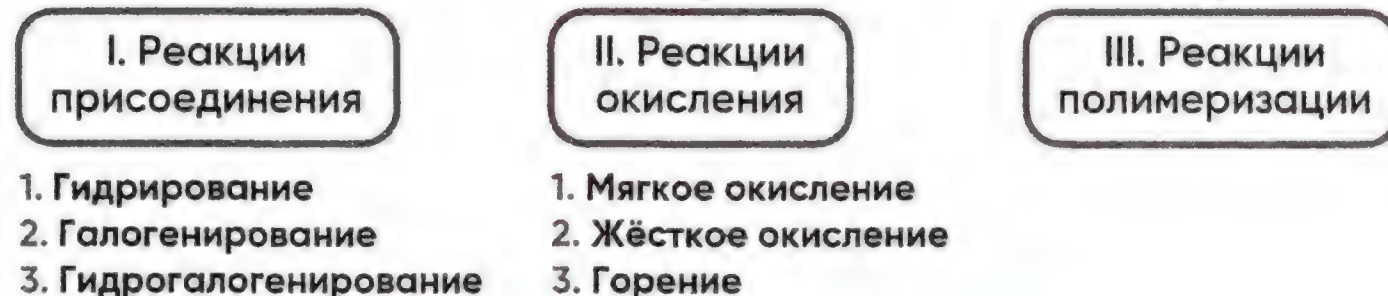
Виды изомерии алкадиенов



Физические свойства

- **Низшие диены** – бесцветные легкокипящие жидкости
- **Бутадиен-1,3** – легко сжижающийся газ с неприятным запахом, растворяется в эфире, бензоле и не растворяется в воде
- **2-метилбутадиен-1,3** – летучая жидкость, растворяется в большинстве углеводородных растворителей, эфире, спирте и не растворяется в воде
- Плотность, температуры плавления, кипения увеличиваются вместе с увеличением молекулярной массы

Химические свойства сопряжённых диенов



Химические свойства

Характерны реакции присоединения!

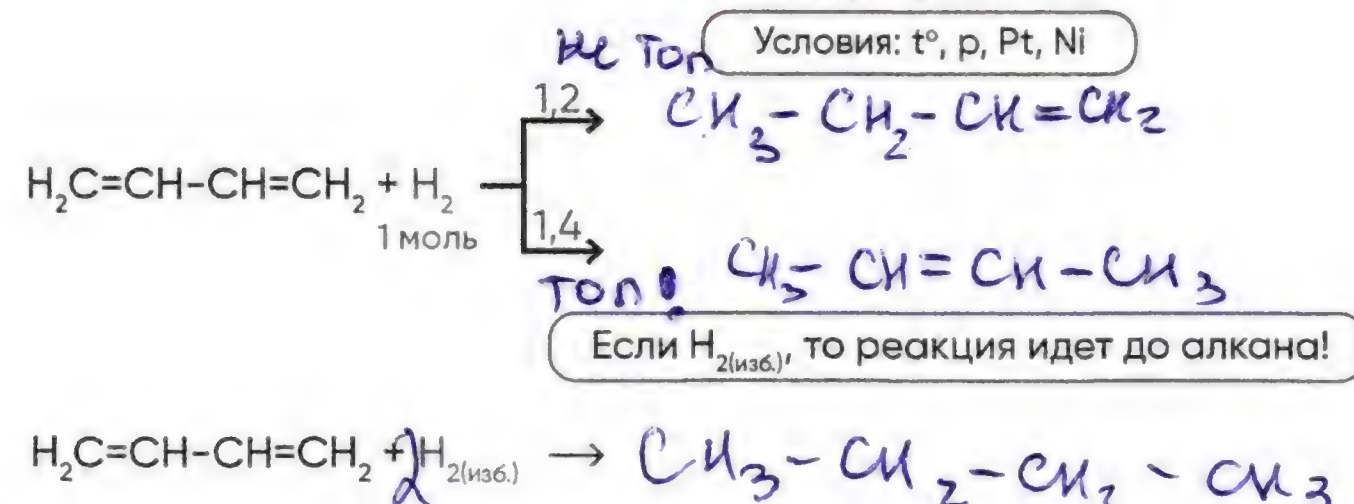
1,2-присоединение

1,4-присоединение

При $\uparrow t^\circ$ выход реакций 1,4-присоединения растёт!

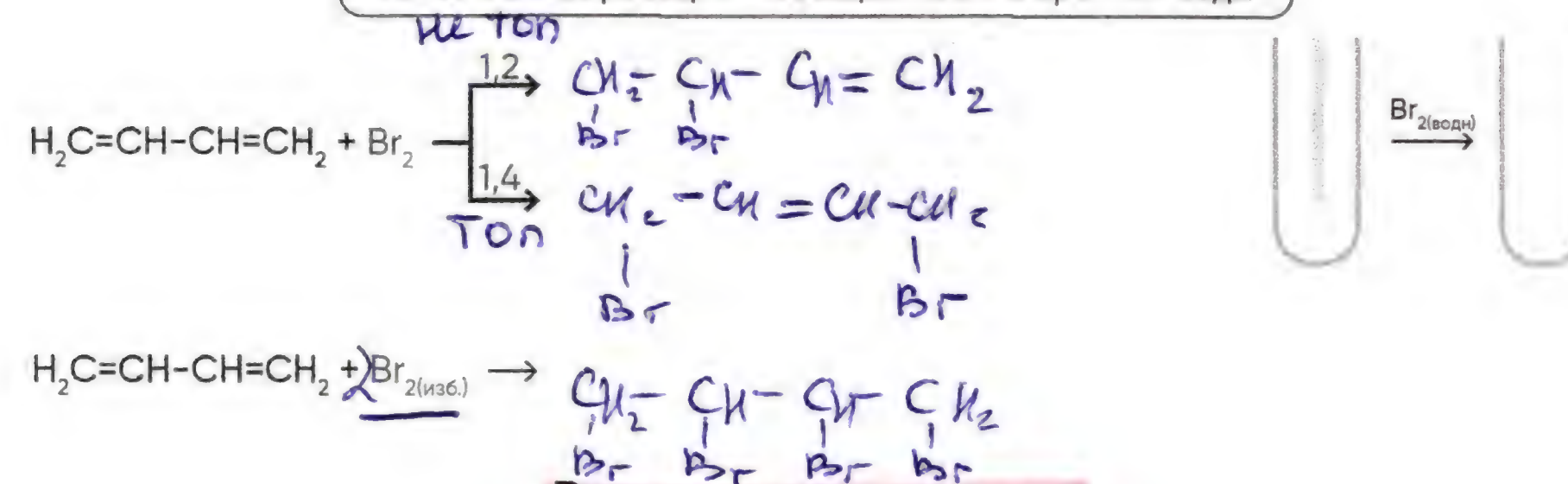
Реакции присоединения

1. Гидрирование



2. Галогенирование

Качественная реакция – обесцвечивание бромной воды

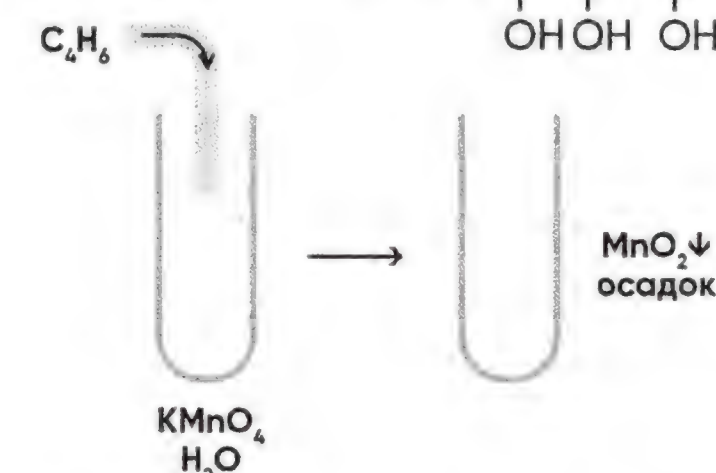
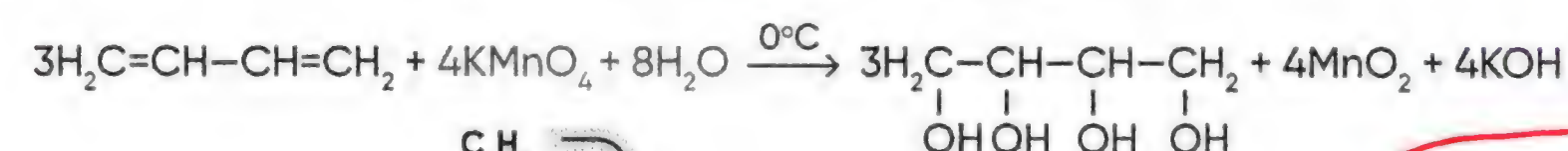


Реакции окисления

1. Мягкое окисление

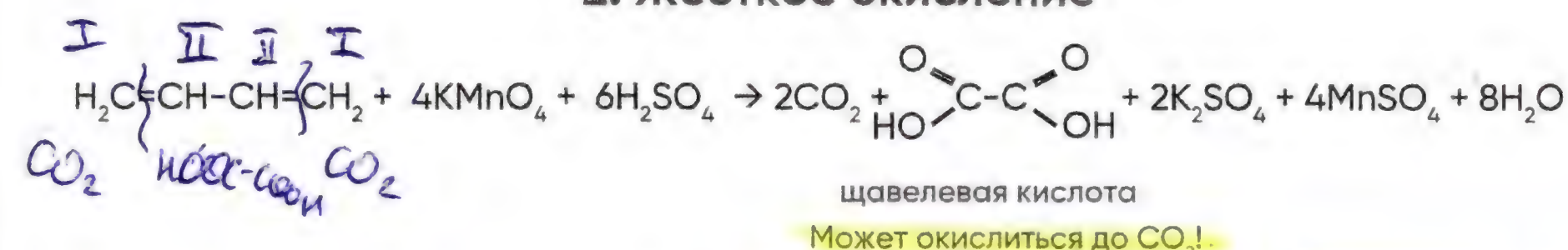
Качественная реакция – обесцвечивание раствора KMnO_4

Образуются многоатомные спирты



348-344

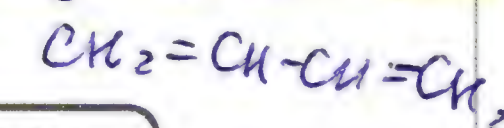
2. Жёсткое окисление



Каучуки

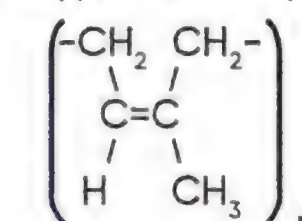
изопрен

Бутадиен-1,3



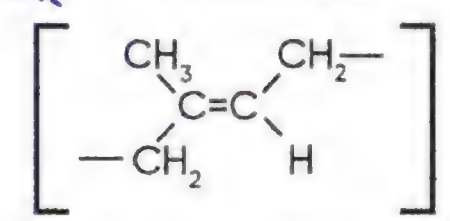
Природные

Натуральный каучук



цис-полиизопрен

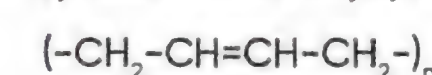
Гуттаперча



транс-полиизопрен

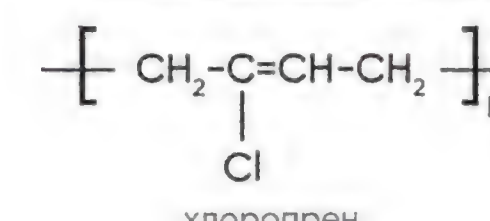
Синтетические

Бутадиеновый каучук



бутадиен-1,3

Хлоропеновый каучук



хлоропрен

Вулканизация каучука



Получение алкадиенов

I. Промышленные способы

1. Дегидрирование алканов
2. Реакция Лебедева

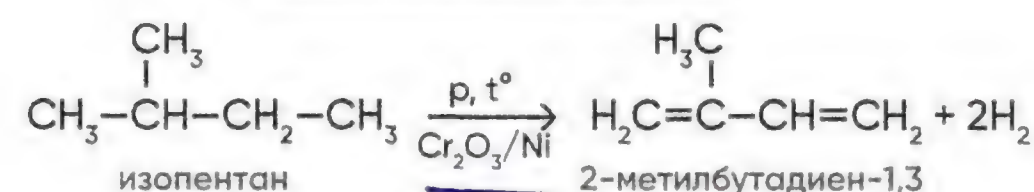
II. Лабораторные способы

1. Дегидратация двухатомных спиртов
2. Дегидрогалогенирование со спиртовым раствором щелочи

Промышленные способы получения алкадиенов

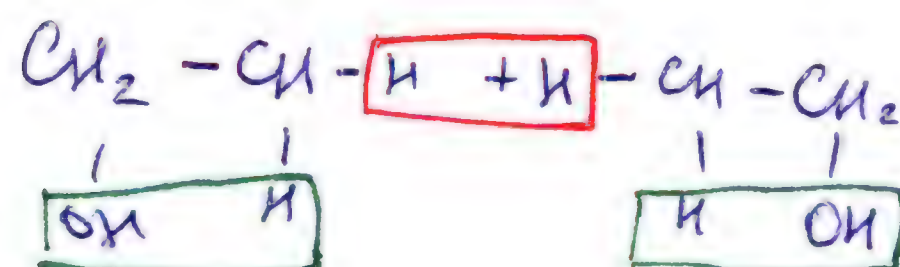
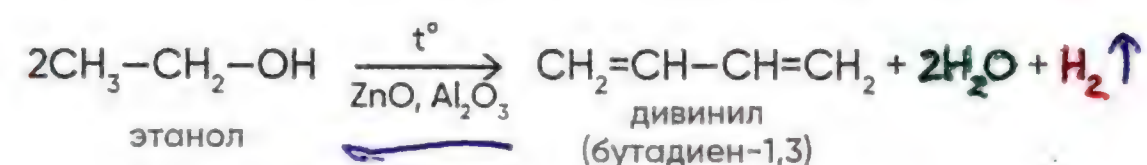
1. Дегидрирование алканов

Условия: $p, t^\circ, Cr_2O_3 / Ni$



2. Реакция Лебедева

Условия: $ZnO, Al_2O_3, \text{температура } (t^\circ C)$

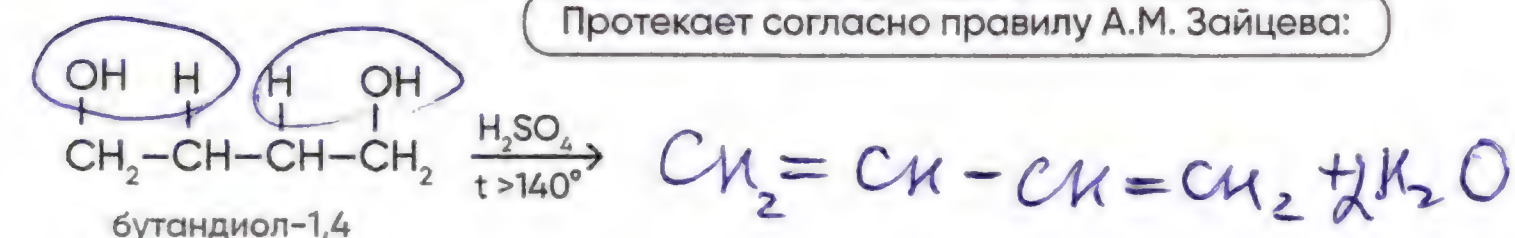


Лабораторные способы получения алкадиенов

3. Дегидратация двухатомных спиртов

Условия: $t^\circ > 140, H_2SO_4$

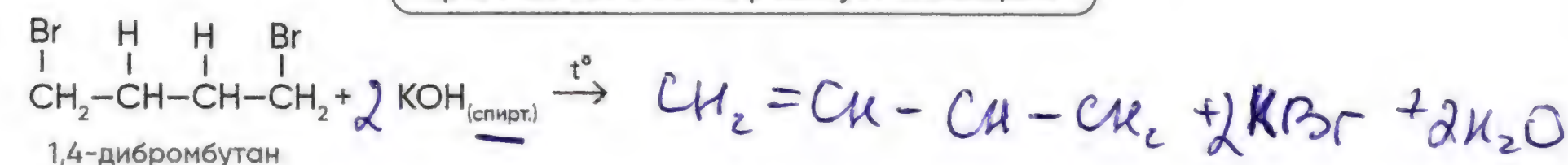
Протекает согласно правилу А.М. Зайцева:



4. Дегидрогалогенирование со спиртовым раствором щелочи

Условия: t°

Протекает согласно правилу А.М. Зайцева:



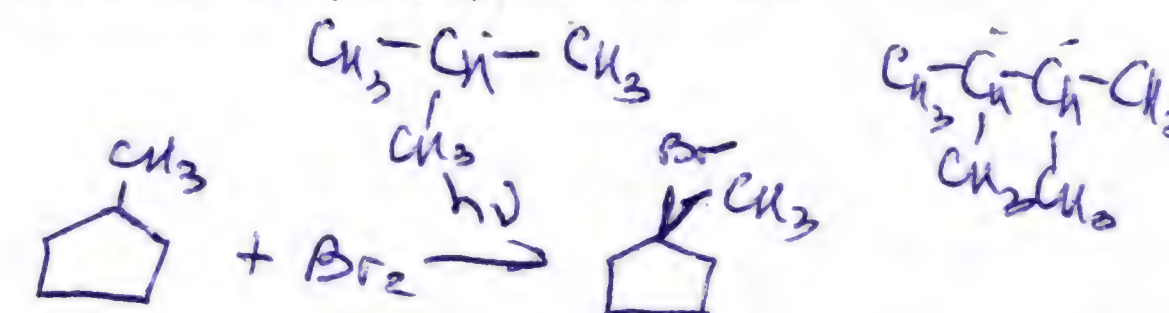
Химические свойства алкадиенов

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции присоединения	1. Гидрогалогенирование (+HCl, +HBr, +HI) (по правилу В. В. Марковникова) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \begin{cases} \xrightarrow{1,2} \text{Cl}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{1-хлорбутен-2} \\ \xrightarrow{1,4} \text{H}_3\text{C}-\text{HC}(\text{Cl})-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \text{3-хлорбутен-1} \end{cases}$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{HC}(\text{Cl})-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_3$ 2,3-дихлорбутан 2. Гидрирование (+H₂) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \begin{cases} \xrightarrow{1,2} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \text{бутен-2} \\ \xrightarrow{1,4} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \text{бутен-1} \end{cases}$ $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ бутан
Реакции присоединения	3. Галогенирование (+ Cl₂, + Br₂) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 \begin{cases} \xrightarrow{1,2} \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2(\text{Br}) \\ \text{1,4-дибромбутен-2} \\ \xrightarrow{1,4} \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \text{3,4-дибромбутен-1} \end{cases}$ Качественная реакция $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2(\text{Br})$ 1,2,3,4-тетрабромбутан
Реакции полимеризации	$n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{t, \text{кат.}} [-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-]_n$ бутадиен-1,3 бутадиеновый каучук Реакцию полимеризации диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями используют для получения синтетических каучуков
Реакции окисления	1. Горение (полное окисление) Общее уравнение реакции горения алкенов: $\text{C}_n\text{H}_{2n-2} + \frac{3n-1}{2} \text{O}_2 = n\text{CO}_2 + (n-1)\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$ Качественная реакция 2. Окисление раствором KMnO₄ Обесцвечивание раствора KMnO₄

Задание 1 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, при реакции которых с бромом на свету преимущественно образуется третичное галогенпроизводное (атом галогена присоединен к третичному атому углерода). Запишите номера выбранных ответов.

1. 2-метилпропан
2. 2,3-диметилбутан
3. метилциклопентан
4. 3-этилпентан
5. 2,2-диметилбутан

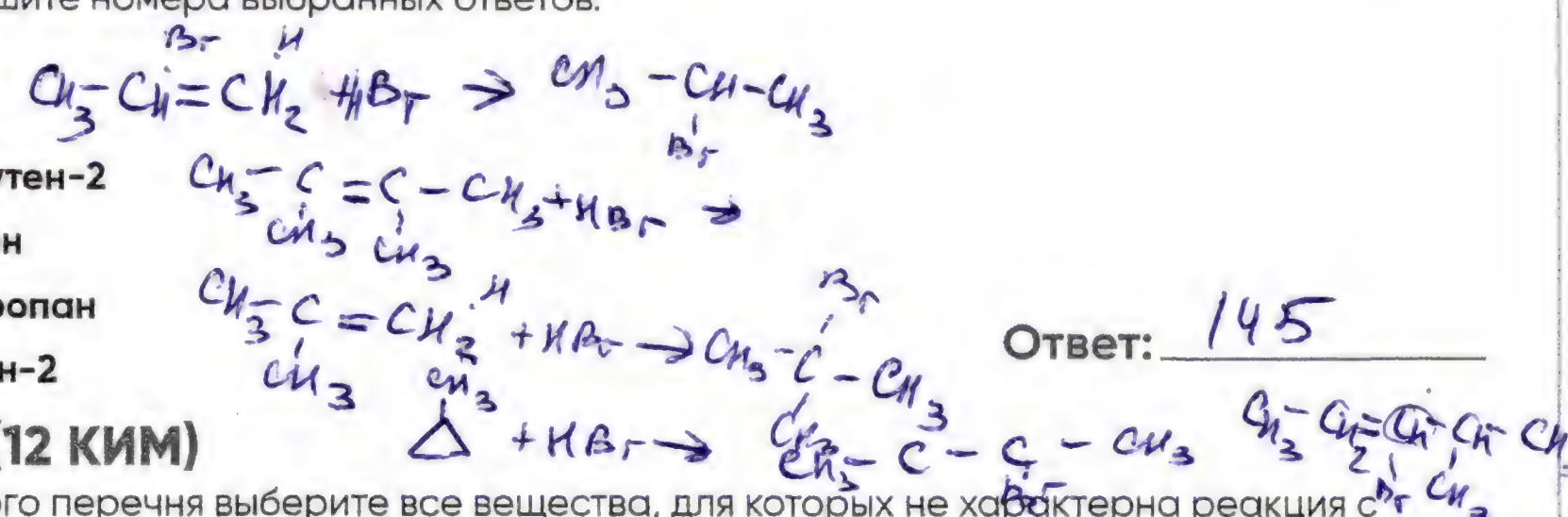


Ответ: 1234

Задание 2 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, которые при реакции с бромоводородом образуют вторичное галогенпроизводное (атом галогена присоединен ко вторичному атому углерода). Запишите номера выбранных ответов.

1. пропен
2. 2,3-диметилбутен-2
3. 2-метилпропен
4. метилциклопропан
5. 4-метилпентен-2



Ответ: 145

Задание 3 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, для которых не характерна реакция с бутадиеном-1,3. Запишите номера выбранных ответов.

1. бромная вода
2. натрий
3. гидроксид натрия
4. хлороводород
5. подкисленный раствор перманганата калия

Ответ: 23

Задание 4 (14 КИМ)

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с эквимольным количеством хлора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

Название вещества

Продукт хлорирования

А. метан

1. CH₃-CH-CH₂-CH₃

5. CH₂-CH₂-CH₂-CH₃

Б. 2-метилпентан

2. H₃C-CH-CH₂-CH₂-CH₂Cl

6. H₃C-C-CH₂-CH₂-CH₃

В. бутан

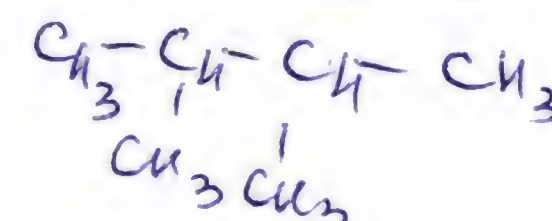
3. CH₃Cl

4. CH₃-CH-CH-CH₃

Г. 2,3-диметилбутан

4. CH₃-CH-CH-CH₃

6. H₃C-C-CH₂-CH₂-CH₃



Ответ:

А Б В Г
3 6 1 4

Задание 5 (14 КИМ)

Установите соответствие между названием исходного вещества и продуктом, который образуется при взаимодействии этого вещества с избытком водорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Название исходного вещества

Органический продукт

А. бутadiен-1,3

1. изобутан

Б. циклопропан

2. 1-хлорбутан

В. хлоропрен

3. 2-хлорбутан

Г. метилпропен

4. бутан

5. изопропен

6. пропан

Ответ:

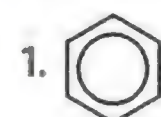
А	Б	В	Г
4	6	3	1

Задание 6 (14 КИМ)

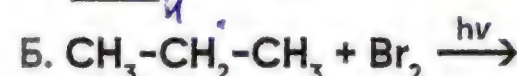
Установите соответствие между уравнением реакции и органическим продуктом, образующимся в ходе данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Уравнение реакции

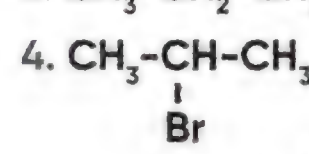
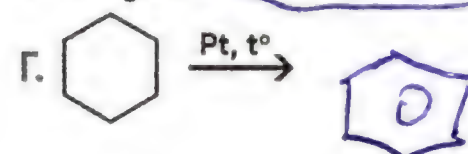
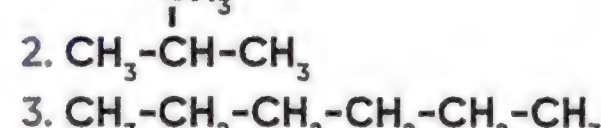
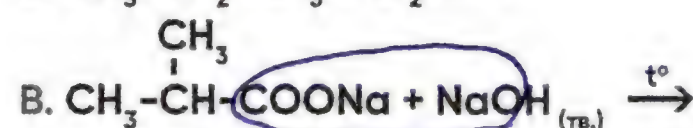
Продукт взаимодействия



5. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$



6. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br}$

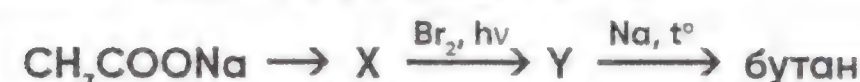


Ответ:

А	Б	В	Г
6	4	5	1

Задание 7 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

1. бромэтан

2. бромбутан

3. метан

4. бромметан

5. этан

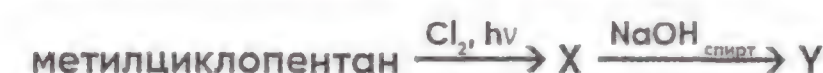


Ответ:

X	Y
5	1

Задание 8 (16 КИМ)

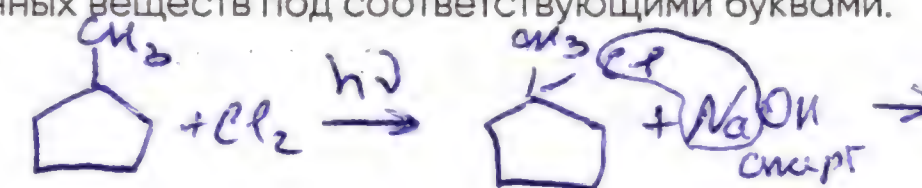
Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

1. 1-метил-3-хлорциклопентан



2. 3-метилциклопентен

3. 1-метил-1-хлорциклопентан

4. 1-метилциклопентан

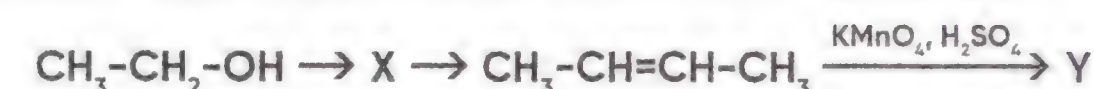
5. 1-метилциклопентен

Ответ:

X	Y
3	5

Задание 9 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

1. этилен

2. этаналь

3. бутadiен-1,3

4. этановая кислота

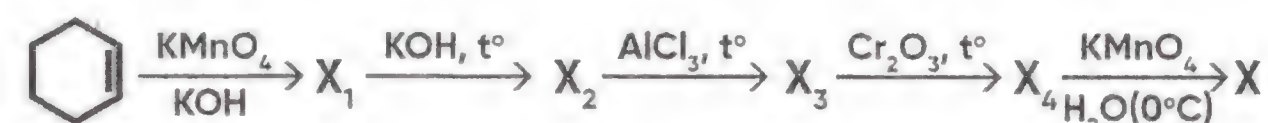
5. бутанол-1

Ответ:

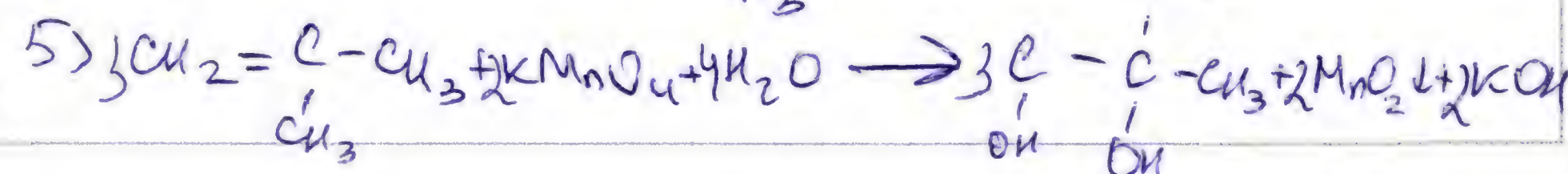
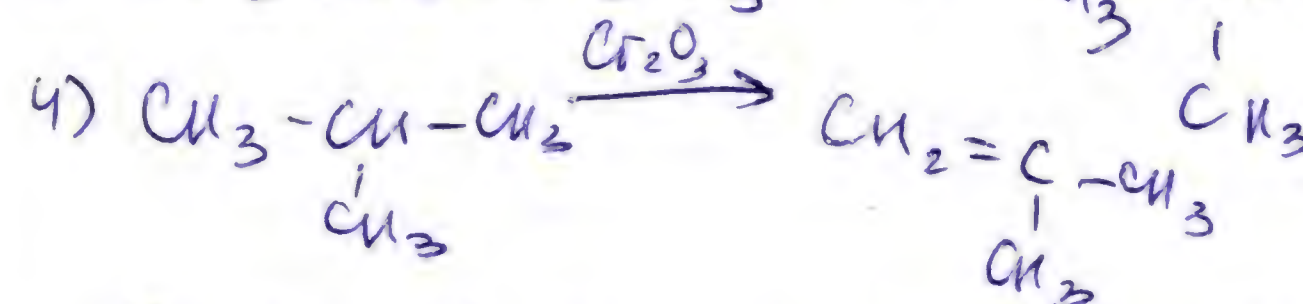
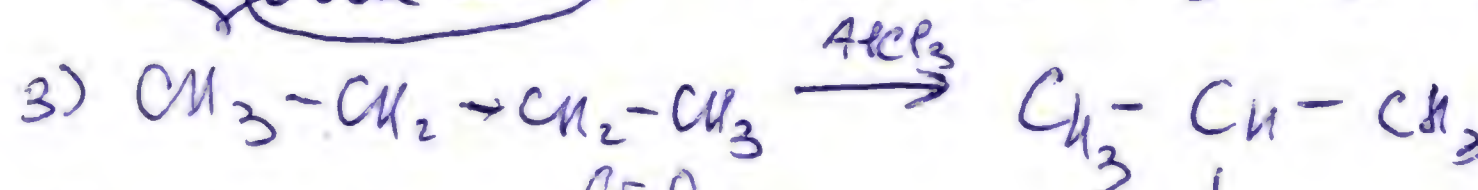
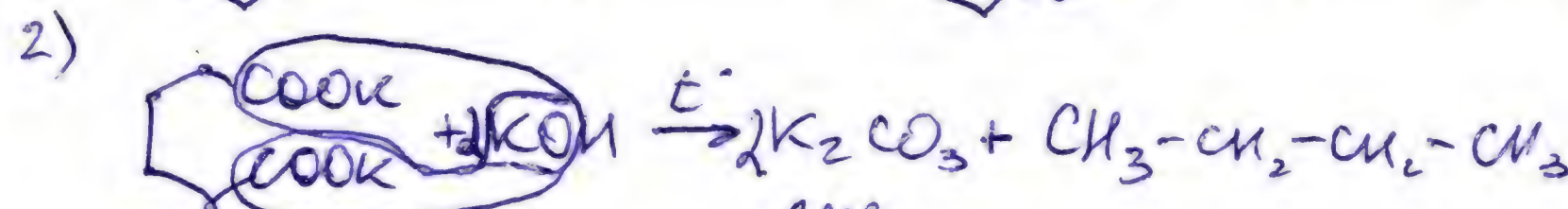
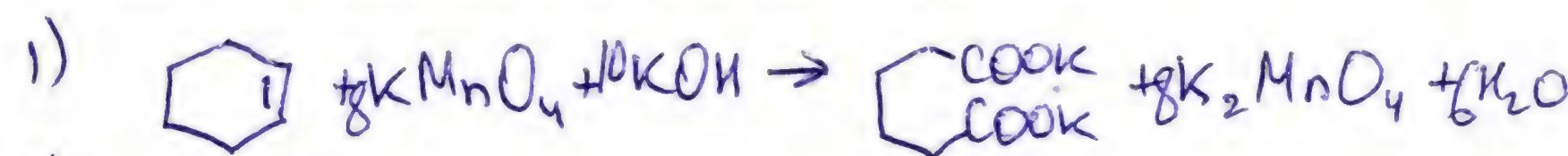
X	Y
3	4

Задание 10 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



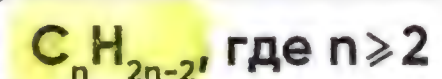
При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.



Алкины

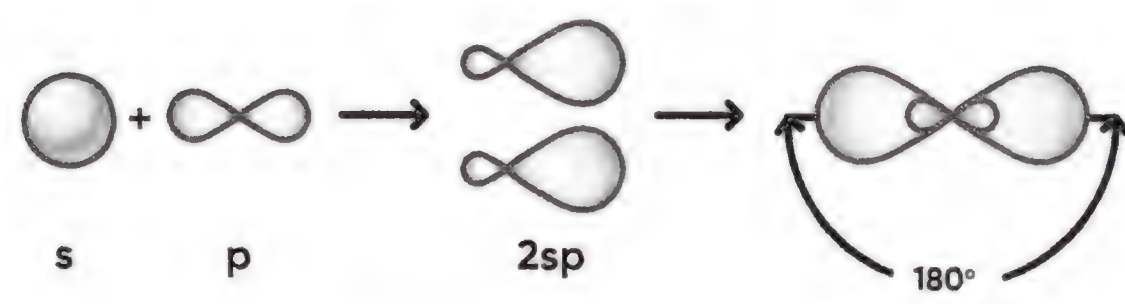
Алкины – непредельные (ненасыщенные) ациклические углеводороды, содержащие одну тройную связь между атомами углерода $C\equiv C$ (одна σ – прочная, две другие π – значительно слабее).

Общая формула класса:



Электронное и пространственное строение

sp -гибридизация



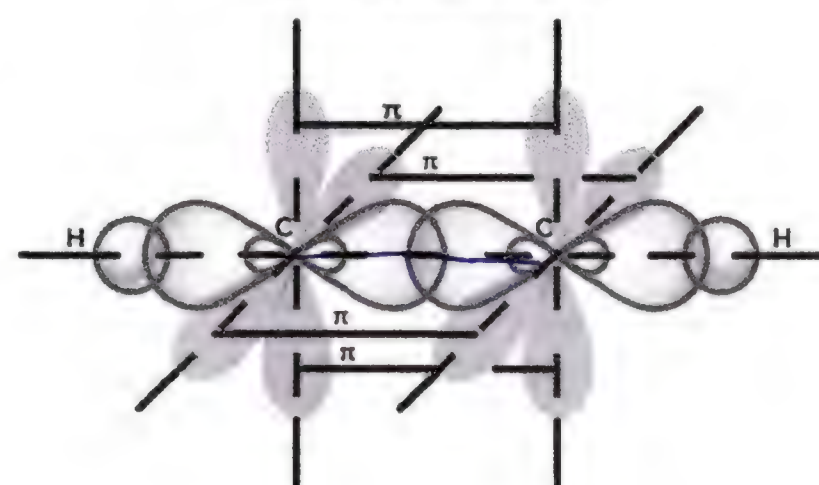
Sp

Ковалентная связь	Длина связи, нм	Энергия связи, кДж/моль
C-C	0,154	350
C=C	0,134	610
C≡C	0,120	828

Валентный угол 180°

Молекула ацетилена

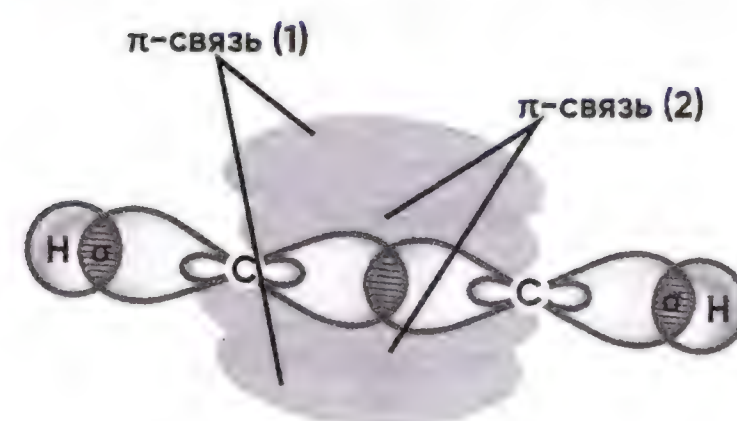
sp -гибридизация



Молекула ацетилена

sp -гибридизация

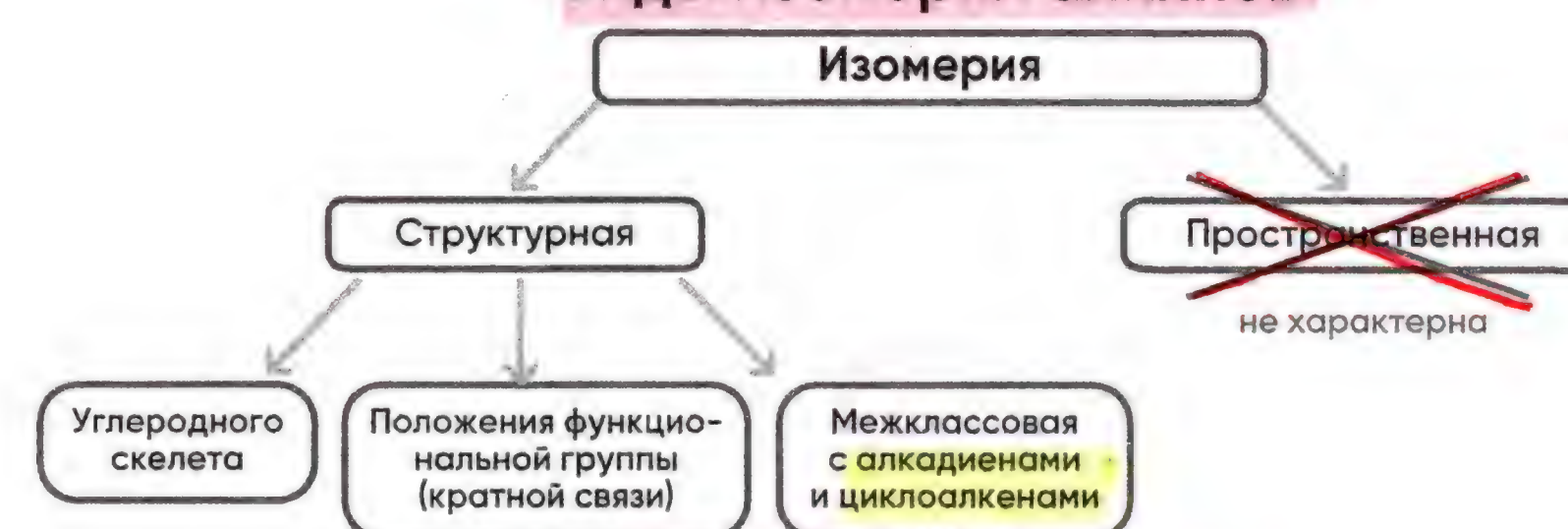
Имеет линейное строение



Гомологический ряд

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
C_2H_2	этин (ацетилен)	$CH\equiv CH$
C_3H_4	пропин	$CH\equiv C-CH_3$
C_4H_6	бутин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_3$
C_5H_8	пентин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
C_6H_{10}	гексин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
C_7H_{12}	гептин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
C_8H_{14}	октин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
C_9H_{16}	нонин-1	$CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Виды изомерии алкинов



Физические свойства

- C_2-C_4 – газы *до бутина*
- C_5-C_{16} – жидкости
- $C_{17}-C_\infty$ – твёрдые вещества
- Температуры кипения алкинов выше, чем у соответствующих алканов
- Растворимость в воде незначительна, но немного выше, чем у алканов и алкенов
- Хорошо растворимы в неполярных органических растворителях.

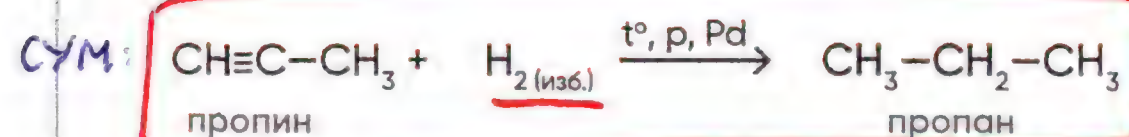
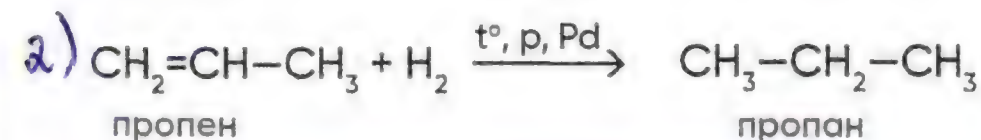
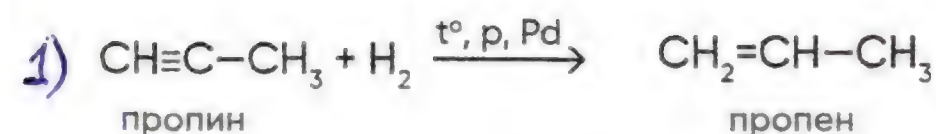
Химические свойства



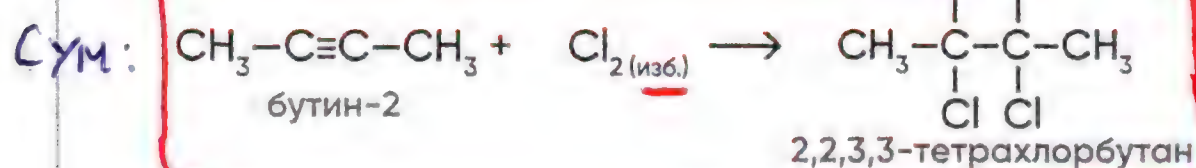
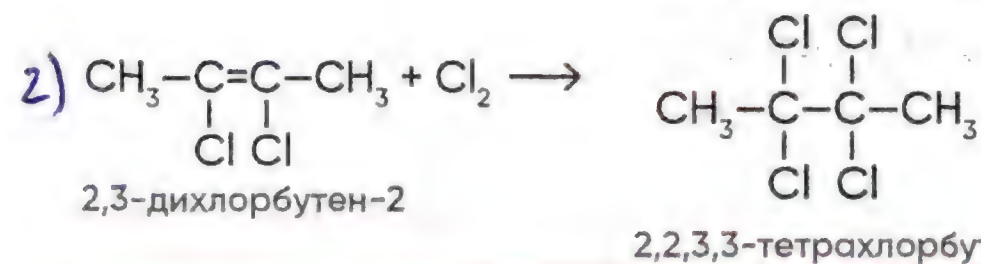
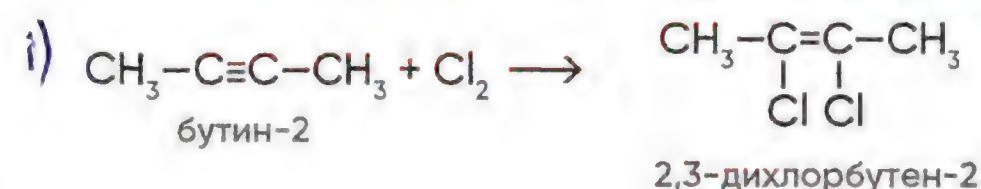
I. Реакции присоединения

1. Гидрирование

Условия: t° , kat: Ni, Pt, Pd

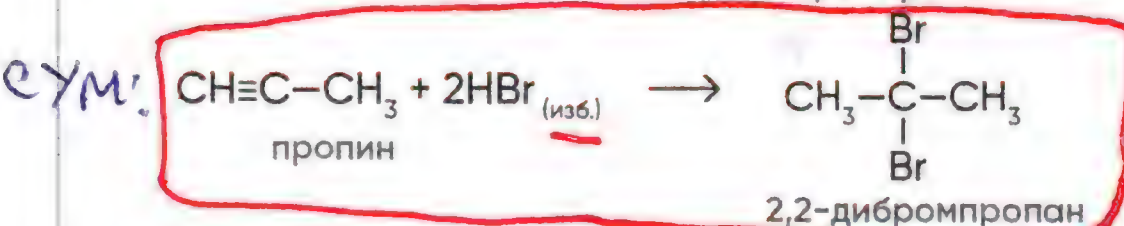
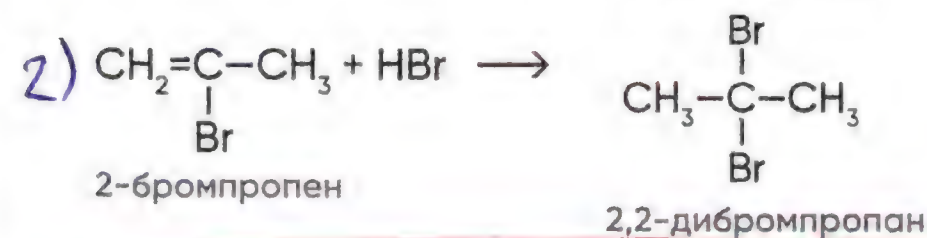
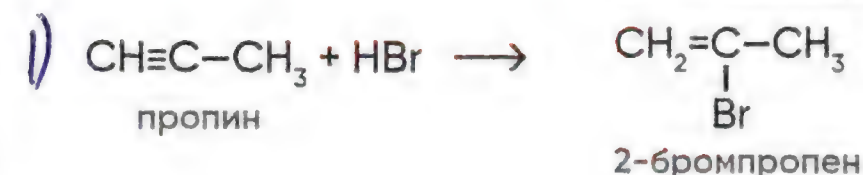


2. Галогенирование



3. Гидрогалогенирование

Протекает по правилу Марковникова

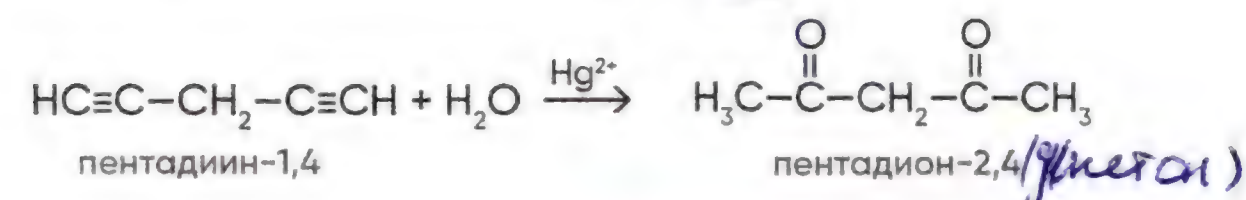
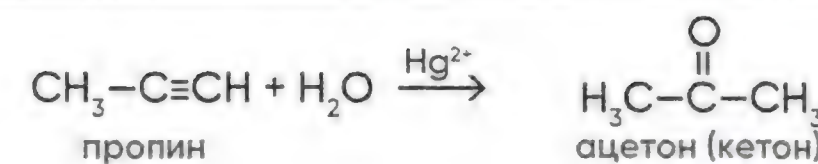
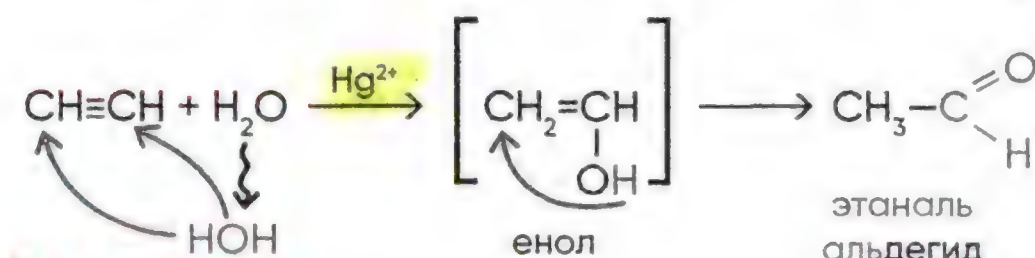


4. Гидратация (Реакция Кучерова)

кат: соли ртути (Hg^{2+})/ HgSO_4

Протекает по правилу Марковникова

только ацетилен гидратируется до альдегида, остальные алкины — до кетонов

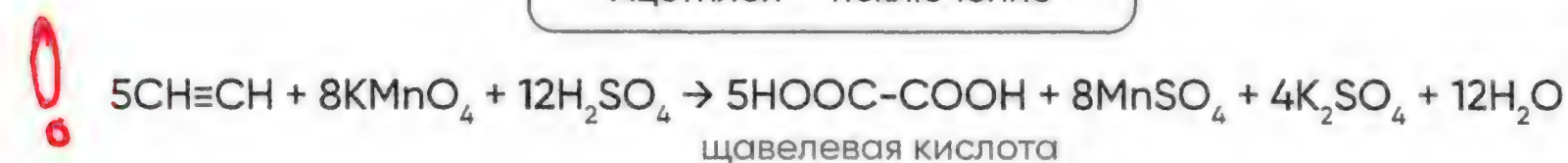


II. Реакции окисления

1. Жёсткое окисление

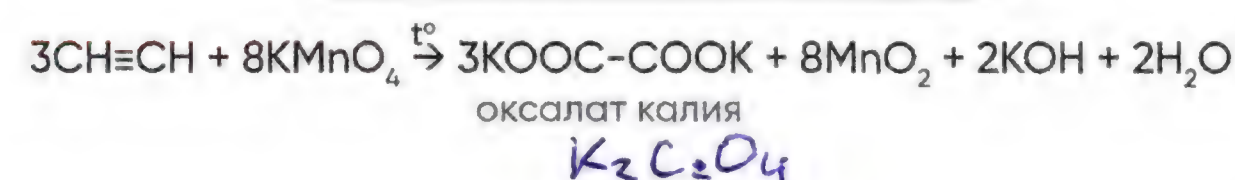
Фрагмент цепи	В кислой среде	В водной/щелочной среде
$\text{R}-\text{C}\equiv$	$\text{R}-\text{COOH}$	$\text{R}-\text{COOK}$
$\text{CH}\equiv$	CO_2	K_2CO_3

Ацетилен — исключение

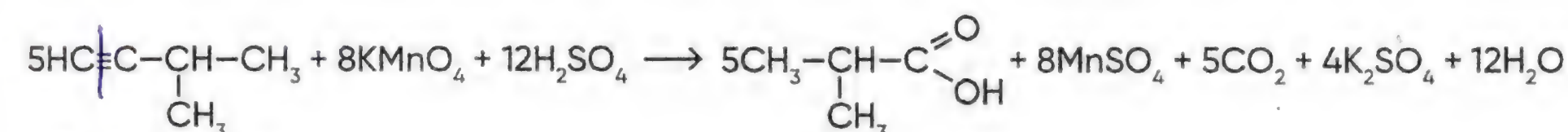
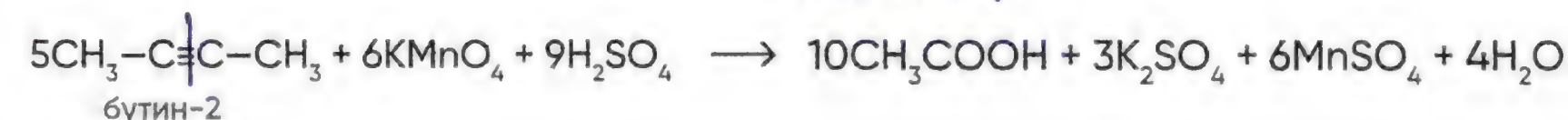


в кислой среде

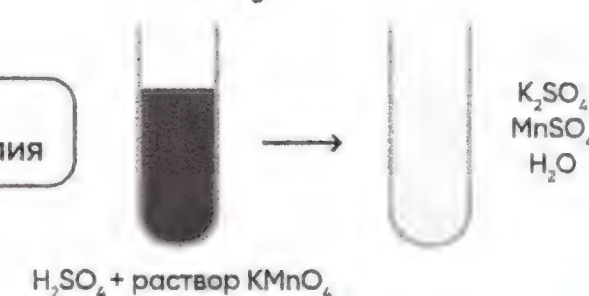
может окисляться дальше до CO_2



в нейтральной среде



Качественная реакция — обесцвечивание раствора перманганата калия



III. Кислотные свойства алкинов с концевой тройной связью

$\text{R}\equiv\text{CH}$

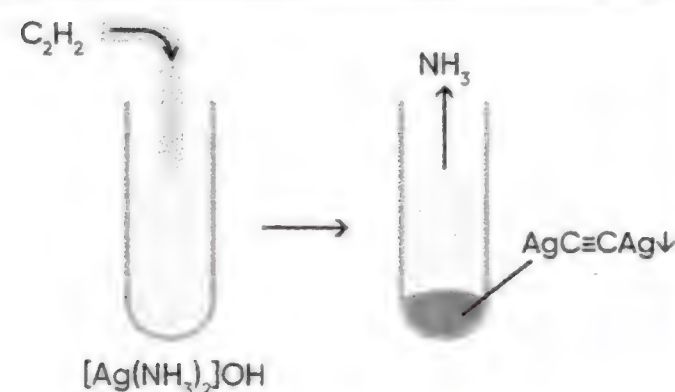
водород подвижен

Тройная концевая связь $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$

1. Взаимодействие с аммиачными растворами гидроксида серебра и оксида меди (II)

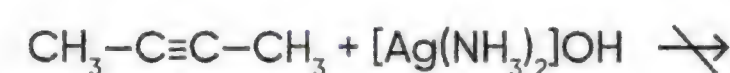
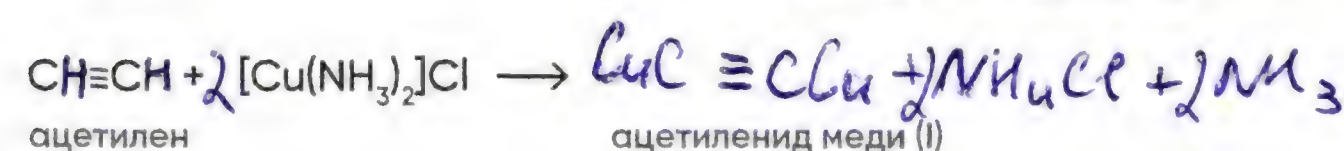
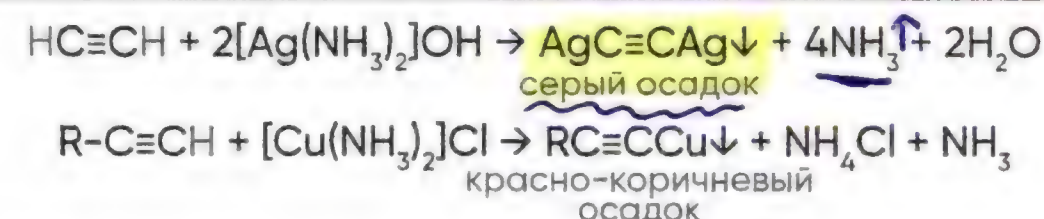
Качественные реакции на концевую тройную связь

[Ag(NH₃)₂]OH
Ag₂O(NH₃)
[Cu(NH₃)₂]Cl
[Cu(NH₃)₂]OH



[Ag(NH₃)₂]OH, Ag₂O(NH₃) – реактив Толленса, аммиачный раствор оксида серебра, аммиачный раствор гидроксида серебра, щелочной раствор аммиаката серебра, гидроксид диамминсеребра (I)

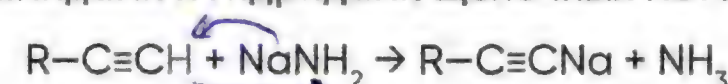
не „серебряное зеркало“!



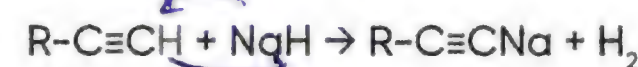
ацетилениды легко взрываются

2. Взаимодействие с амидами и гидридами щелочных металлов и с щелочными металлами

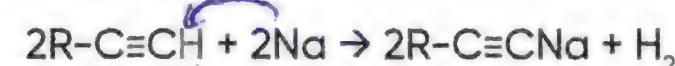
с амидами:



с гидридами:



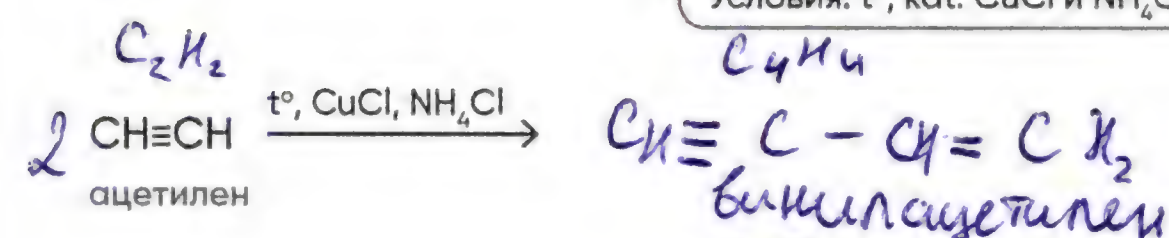
с металлами:



IV. Олигомеризация и полимеризация

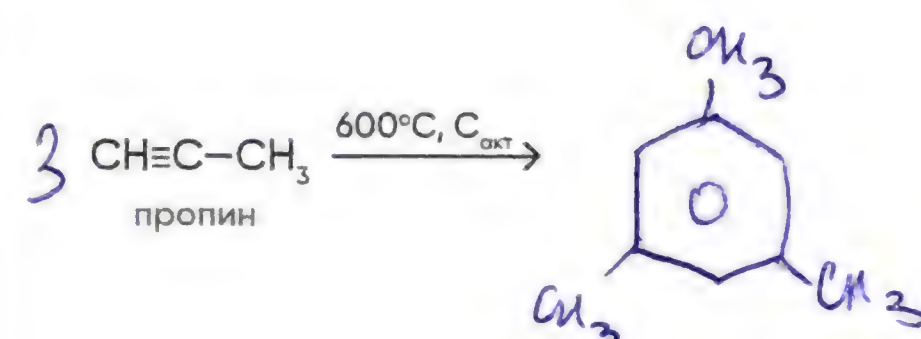
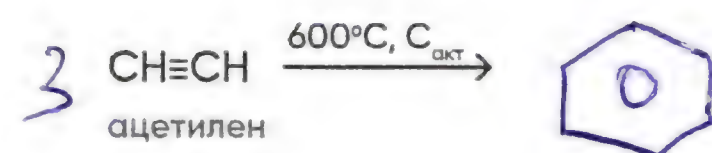
1. Димеризация

Условия: t°, kat: CuCl и NH₄Cl



2. Тримеризация

Условия: t°=600°C, kat: C_{акт}



Получение алкинов

I. Промышленные способы

1. Пиролиз метана
2. Гидролиз карбида кальция
3. Дегидрирование алканов и алкенов

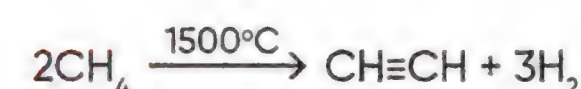
II. Лабораторные способы

1. Дегидрогалогенирование дигалогеналканов
2. Взаимодействие галогеналканов с ацетиленидами

I. Промышленные способы

1. Пиролиз метана

Условия: t°=1500°C

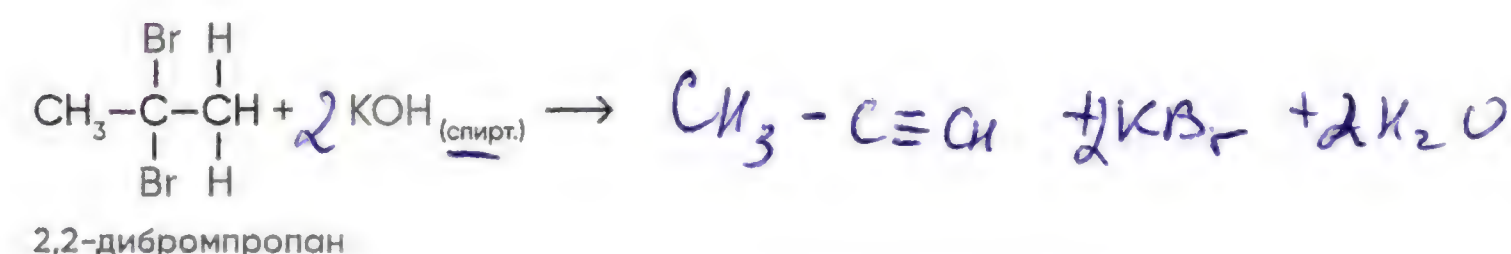
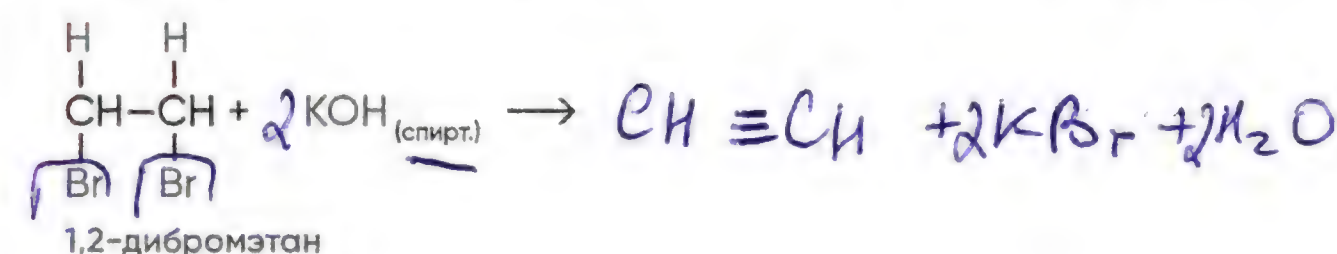


2. Гидролиз карбида кальция

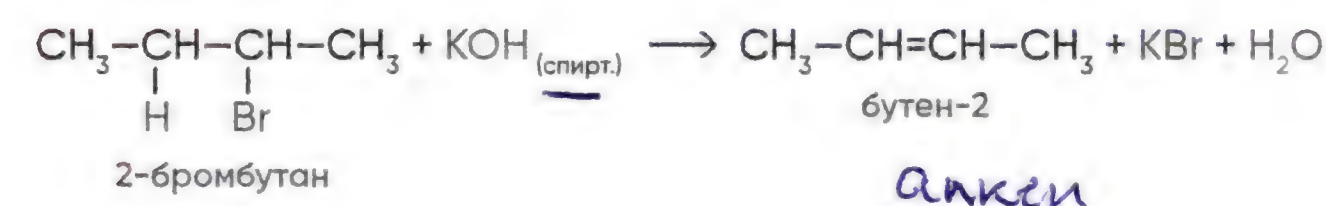
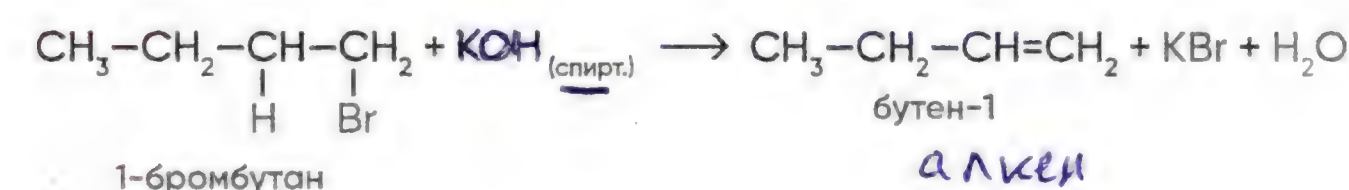
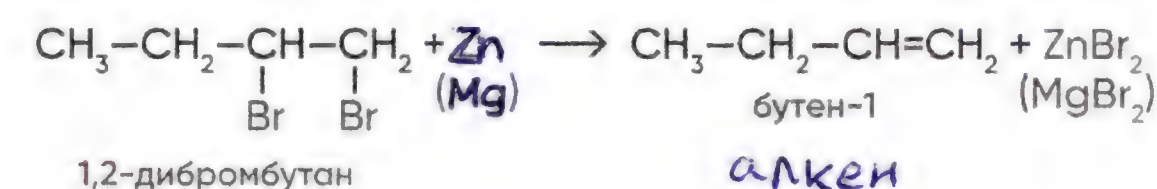


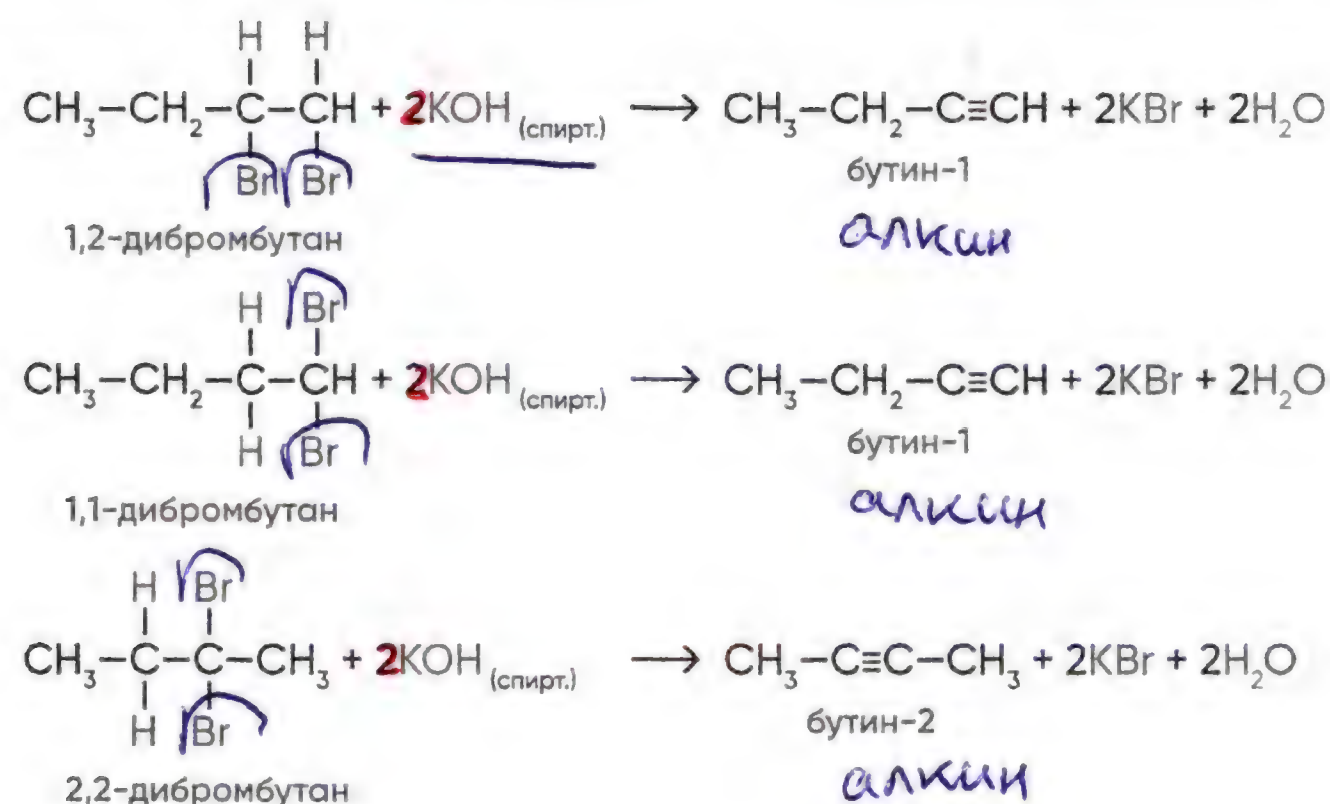
II. Лабораторные способы

1. Дегидрогалогенирование дигалогеналканов



Обратите внимание!





2. Взаимодействие галогеналканов с ацетиленидами



Химические свойства алкинов

Тип реакции

Уравнение реакции

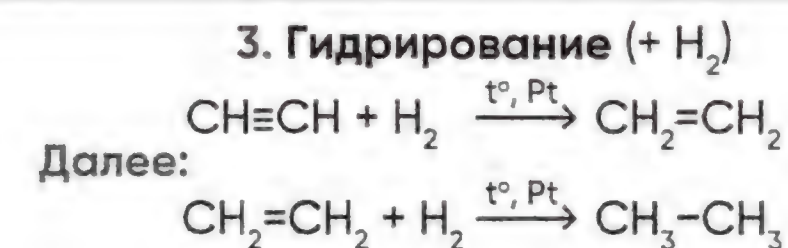
Реакции присоединения



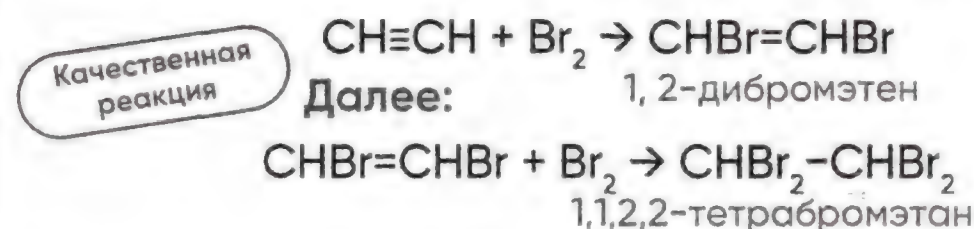
Тип реакции

Уравнение реакции

Реакции присоединения



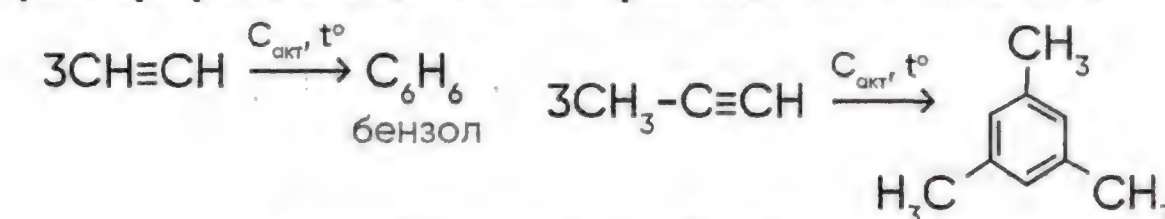
4. Галогенирование (+ Br₂)



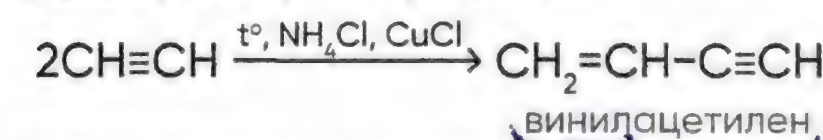
Примечание: качественная реакция – обесцвечивание бромной воды

Реакции полимеризации

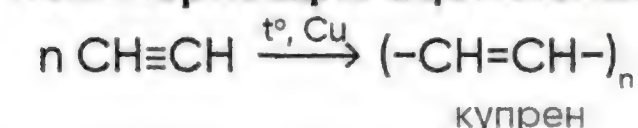
Тримеризация ацетилена (реакция Зелинского):



Димеризация ацетилена:

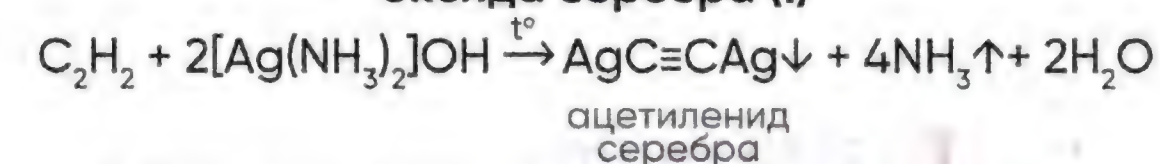


Полимеризация ацетилена:

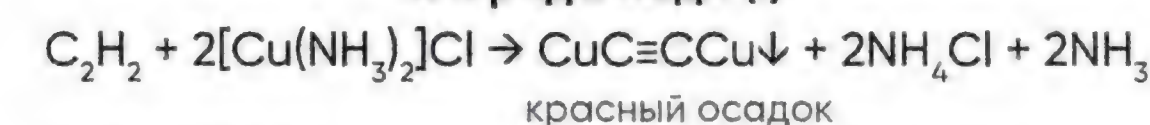


Реакции замещения для алкинов с концевой тройной связью

1. Взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра (I)



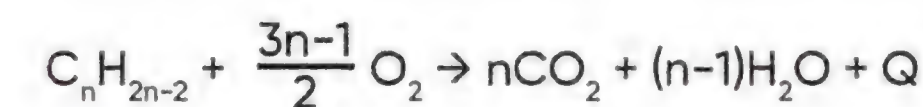
2. Взаимодействие с аммиачным раствором хлорида меди (I)



Примечание: эти реакции являются качественными на алкины, содержащие тройную связь у крайнего атома углерода

1. Горение (полное окисление)

Качественная реакция – ацетилен горит коптящим пламенем
Общее уравнение реакции горения алкинов:

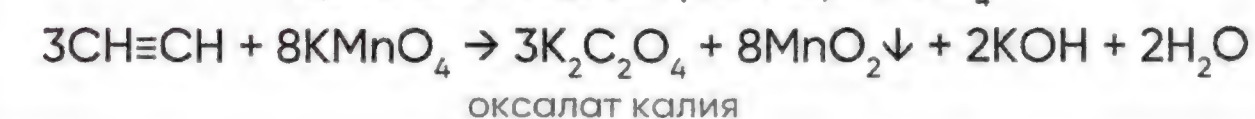


Качественная реакция

2. Неполное окисление (окислитель – KMnO₄)

Примечание: качественная реакция – обесцвечивание раствора перманганата калия

В слабощелочной среде – ацетилен обесцвечивает водный раствор KMnO₄



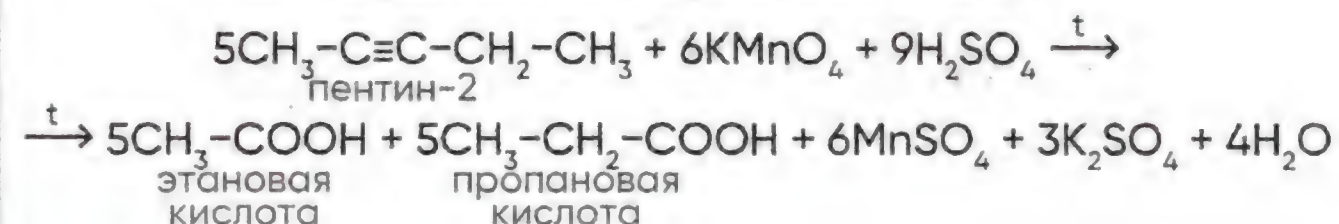
Реакции окисления

Тип реакции

Уравнение реакции

Реакции окисления

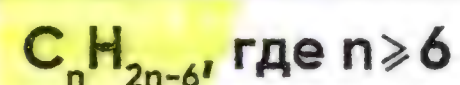
В кислой среде — алкины обесцвечивают водный раствор KMnO_4 (происходит разрыв кратной связи с образованием карбоновых кислот):



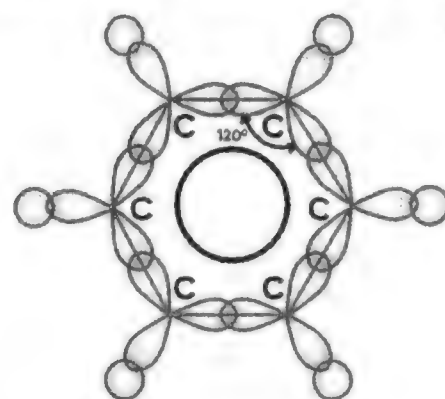
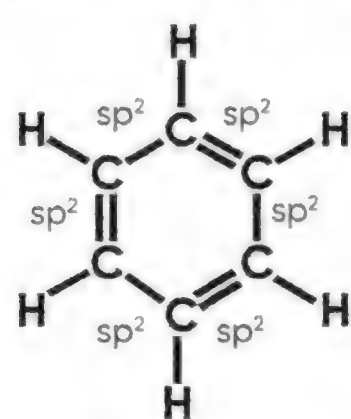
Ароматические соединения (арены)

Ароматические соединения (арены) — непредельные (ненасыщенные) циклические соединения, содержащие бензольное ядро (устойчивую сопряженную π -электронную систему).

Общая формула класса:

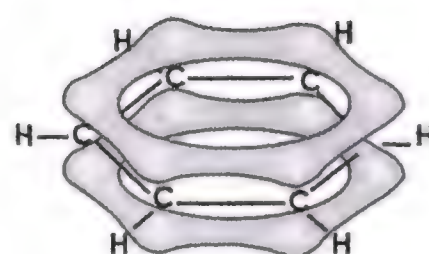


Электронное и пространственное строение



sp^2
бензол и стерол

Все атомы углерода в sp^2 -гибридизации



Ковалентная связь	Длина связи, нм	Энергия связи, кДж/моль
C-C	0,154	350
C=C	0,140	490
C≡C	0,134	610
C≡C	0,120	828

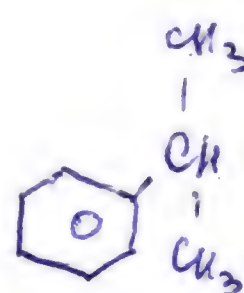
Гомологический ряд

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
C_6H_6	бензол	
C_7H_8	метилбензол (толуол)	
C_8H_{10}	этилбензол	
C_9H_{12}	пропилбензол	

+ CH_2

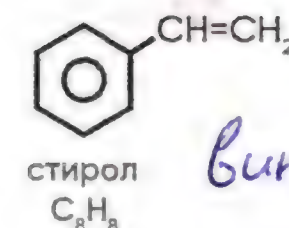
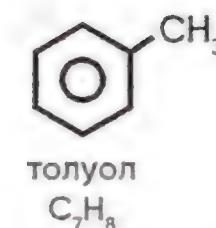
+ CH_2

+ CH_2

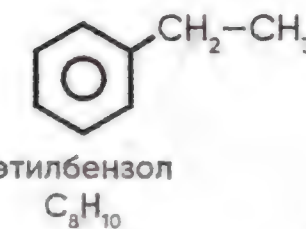


(кумол)

C_9H_{12}
 $\text{C}_n\text{H}_{2n-6} \Rightarrow$ гомологи бензола



винилбензол

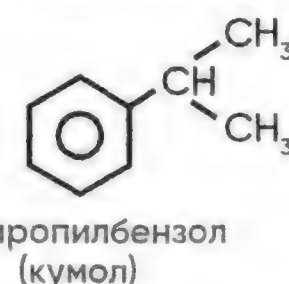
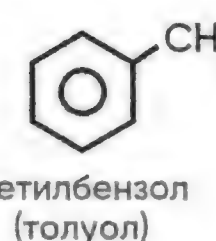


гомологи бензола

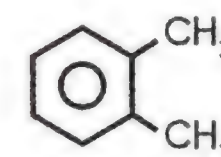
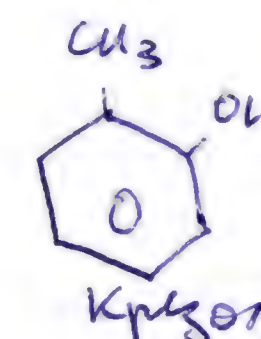
не гомологи бензола

Номенклатура

Название заместителя + бензол

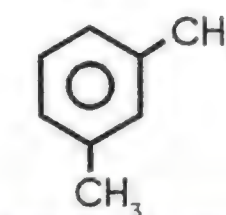


Орто-положение — соседнее с заместителем
Мета-положение — через одно
Пара-положение — через два (напротив)



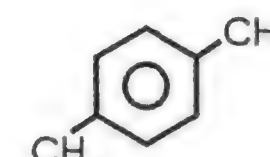
1,2-диметилбензол

орто-ксилол



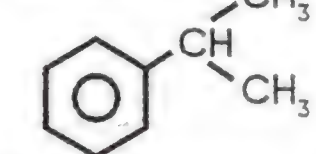
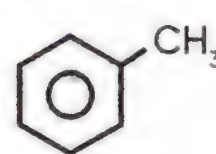
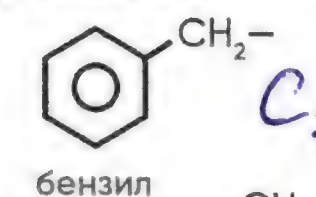
1,3-диметилбензол

мета-ксилол

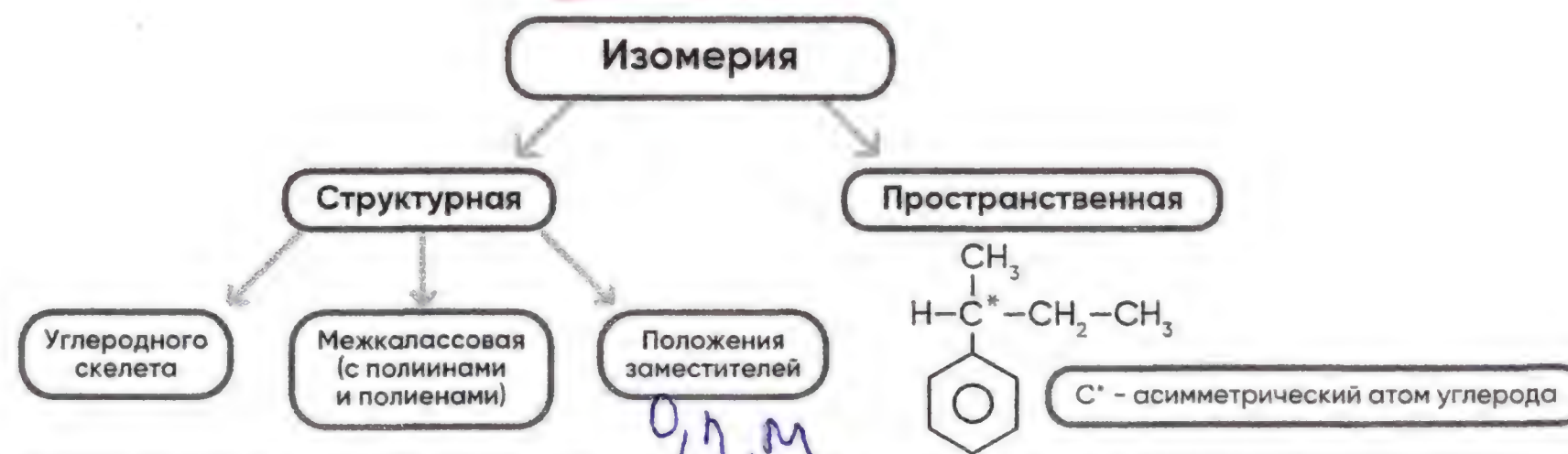


1,4-диметилбензол

пара-ксилол



Изомерия



Физические свойства

- Бензол (C_6H_6) – бесцветная жидкость, не смешивается с водой, $T_{кип} = 80^\circ C$
- Тoluол (C_7H_8) – бесцветная летучая жидкость с характерным запахом, не смешивается с водой, $T_{кип} = 110,6^\circ C$
- Кумол (C_9H_{12}) – бесцветная горючая жидкость с резким запахом, не смешивается с водой, $T_{кип} = 152,39^\circ C$
- Ядовитые и горючие жидкости



Химические свойства

I. Электрофильное замещение (ионный механизм)

1. Галогенирование
2. Нитрование
3. Алкилирование галогеналканами
4. Алкилирование алкенами

II. Присоединение

1. Гидрирование
2. Хлорирование

III. Замещение по боковой цепи (радикальный механизм)

1. Галогенирование

IV. Окисление

1. Окисление боковой цепи
2. Каталитическое окисление кумола
3. Деструктивное окисление (горение)

Электрофильное замещение

1. Галогенирование

Условия: kat: $AlCl_3$, $AlBr_3$, $FeBr_3$, $FeCl_3$

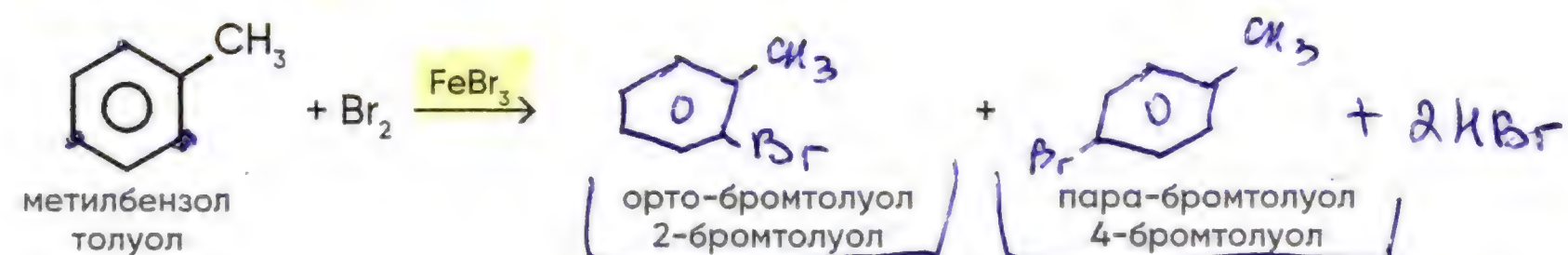
Влияние заместителей в реакции электрофильного замещения

Ориентанты 1 рода (орто- и пара-)

- Галогены ($-Cl$, $-Br$)
- Углеводородные радикалы ($-R$)
- $-O-R$
- $-OH$
- Аминогруппа ($-NH_2$)

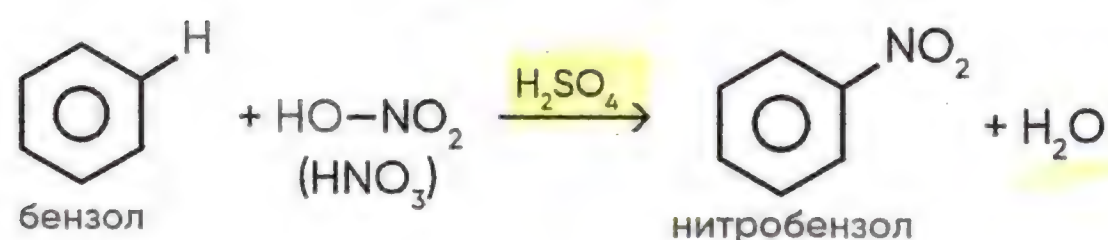
Ориентанты 2 рода (мета-)

- Альдегидная группа ($-CH=O$)
- Карбоксильная группа ($-COOH$)
- Цианогруппа ($-C\equiv N$)
- $-NO_2$
- $-SO_3H$



2. Нитрование

Нитрующая смесь: смесь азотной и серной кислот

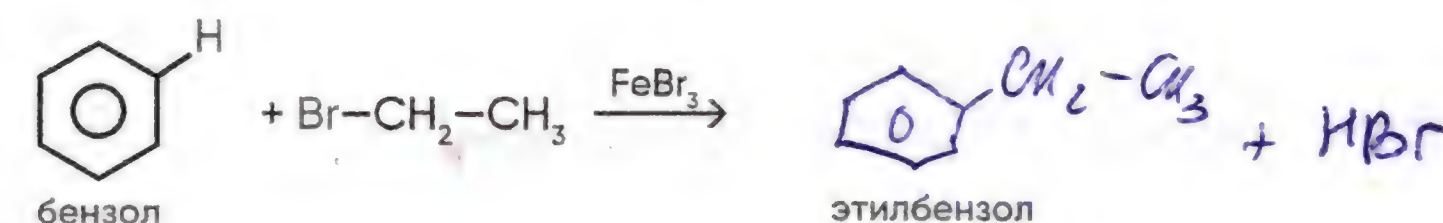
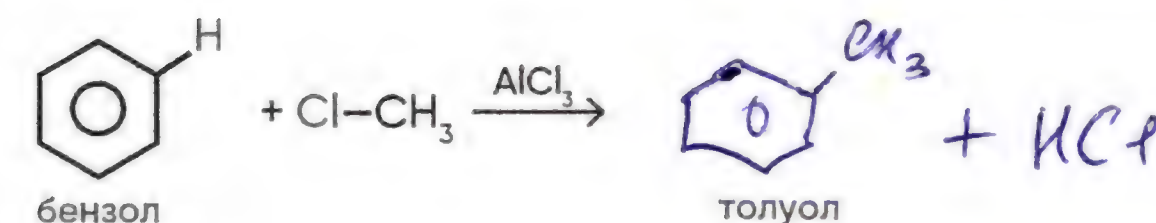


Нитробензол $C_6H_5NO_2$
 – ярко-жёлтые кристаллы или маслянистая жидкость с запахом горького миндаля
 – сырьё для производства взрывчатых средств и лекарств

3. Алкилирование галогеналканами

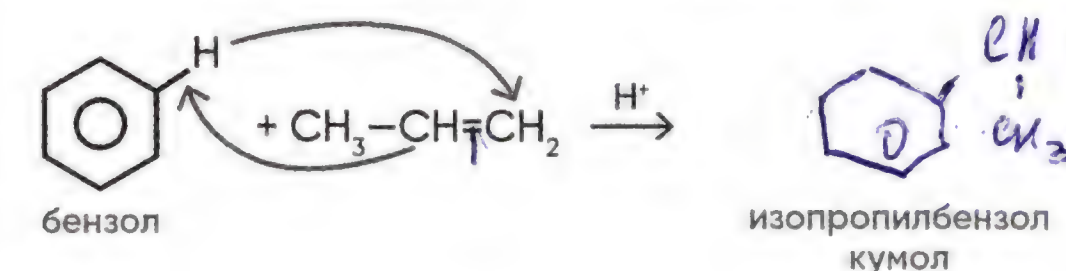
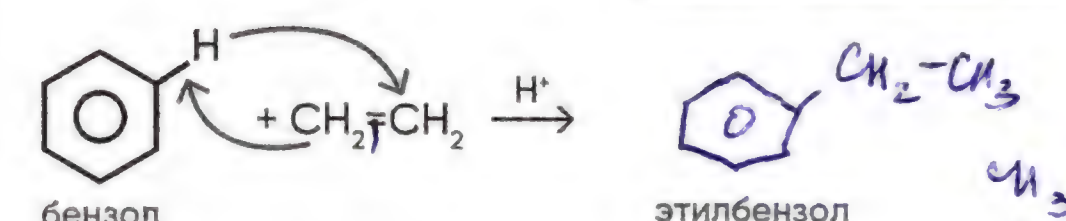
Реакция Фриделя-Крафтса

Условия: kat: $AlCl_3$, $AlBr_3$, $FeBr_3$, $FeCl_3$



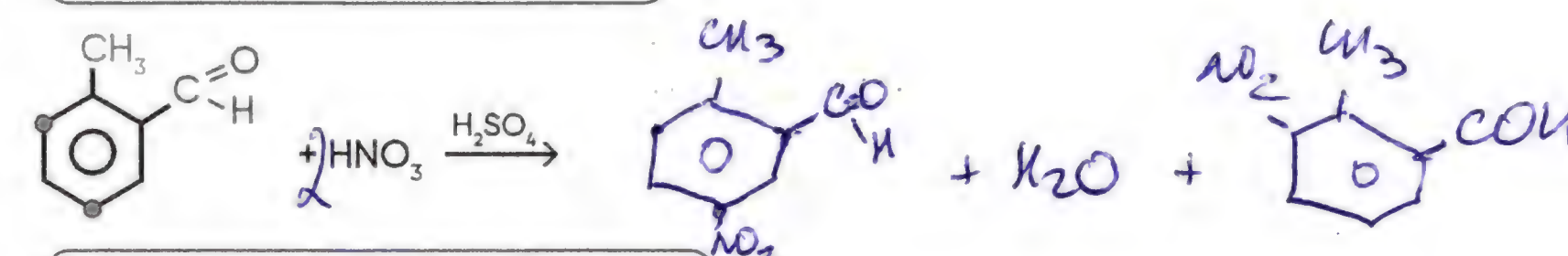
4. Алкилирование алкенами

Условия: kat: H_2SO_4 , $AlCl_3$, $AlBr_3$, $FeBr_3$, $FeCl_3$

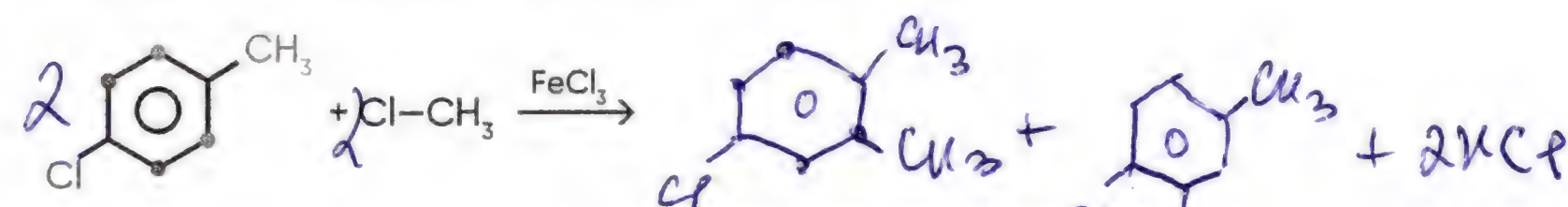


Взаимное влияние заместителей

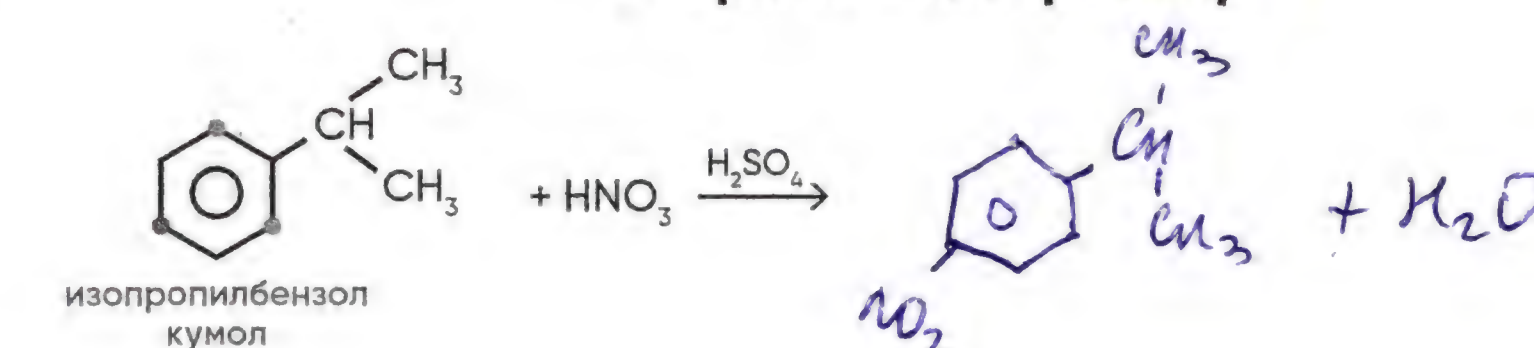
Согласованная ориентация



Несогласованная ориентация



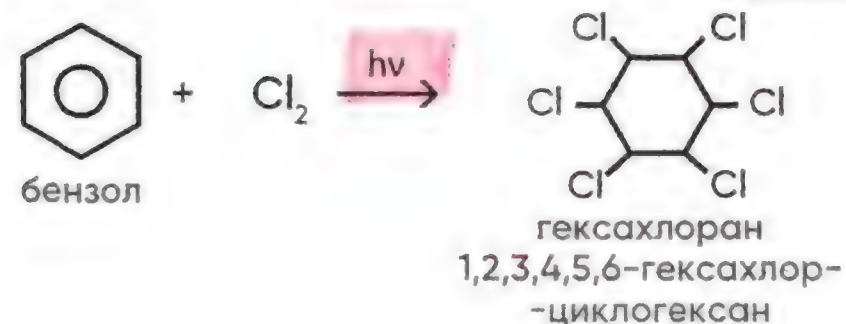
Стерический фактор



Присоединение

1. Хлорирование

Условия: $h\nu$ или $t^\circ\text{C}$

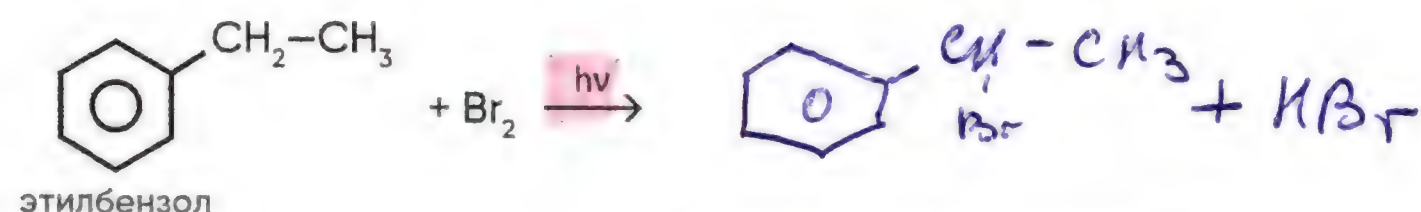
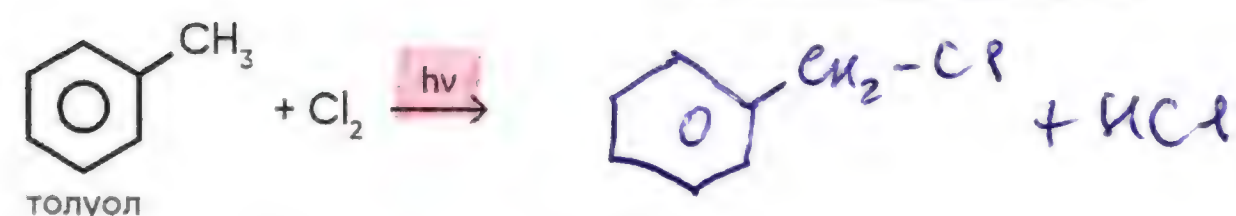


Гексахлоран
 $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_6$
- инсектицид

Замещение по боковой цепи

1. Галогенирование

Условия: $h\nu$ или $t^\circ\text{C}$



Галогенирование

Обратите внимание!

Условия: $h\nu$ или $t^\circ\text{C}$

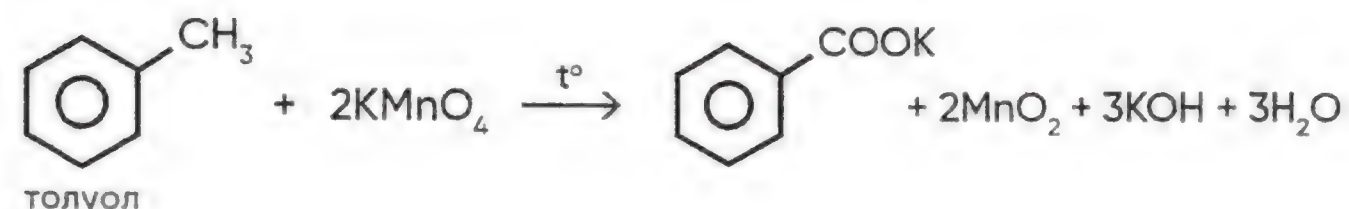
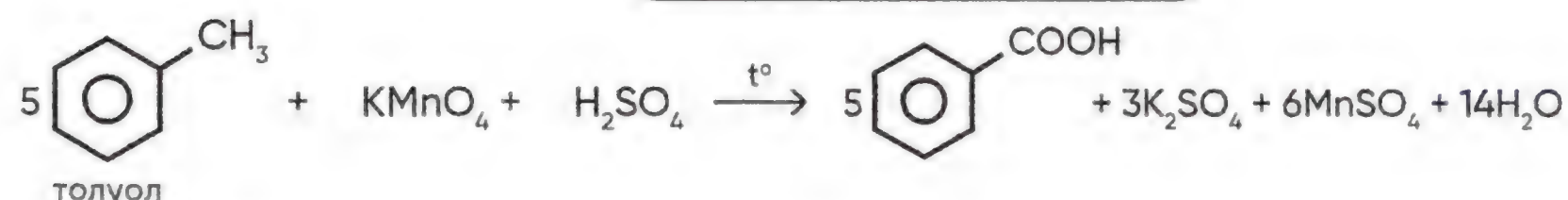


Катализатор
= Кольцо

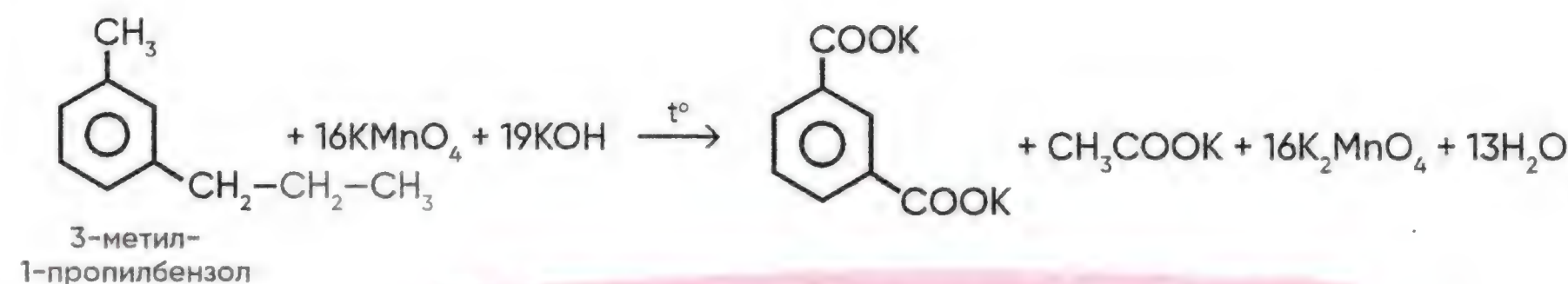
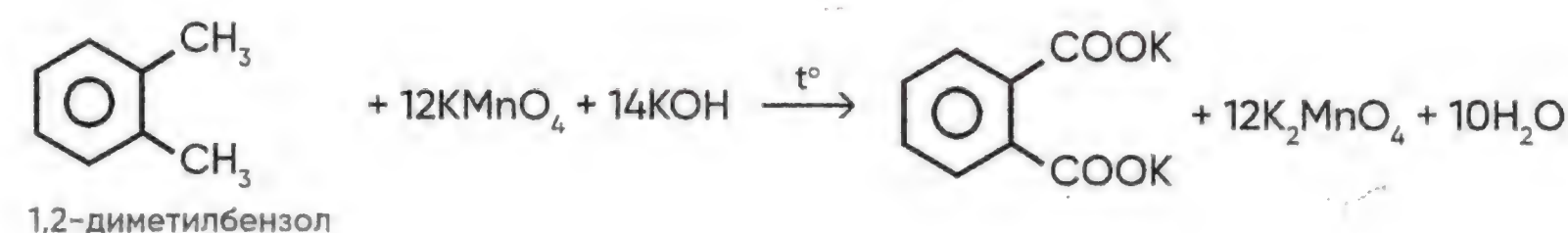
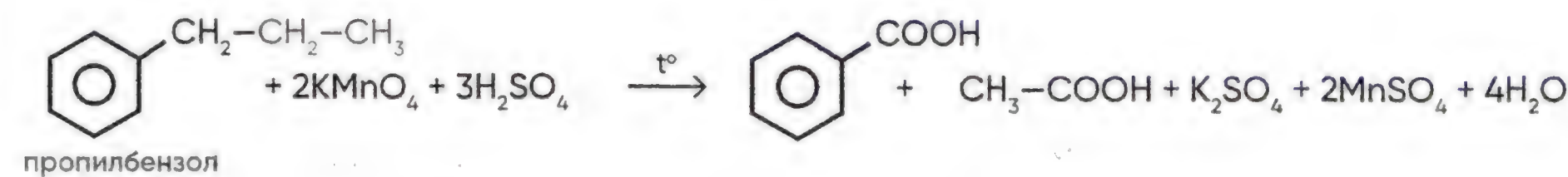
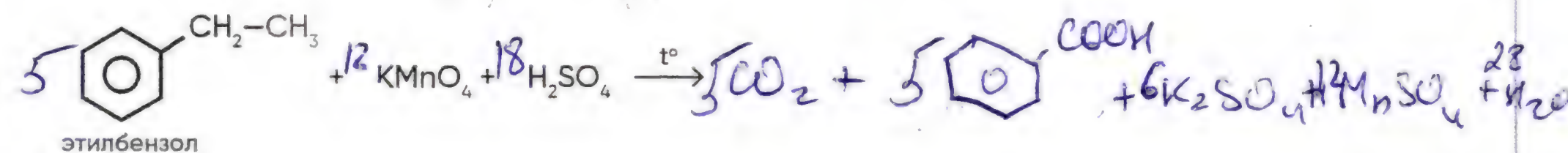
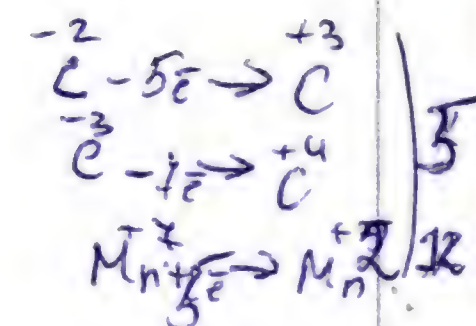
Окисление

1. Окисление боковой цепи

Бензол не окисляется KMnO_4 !

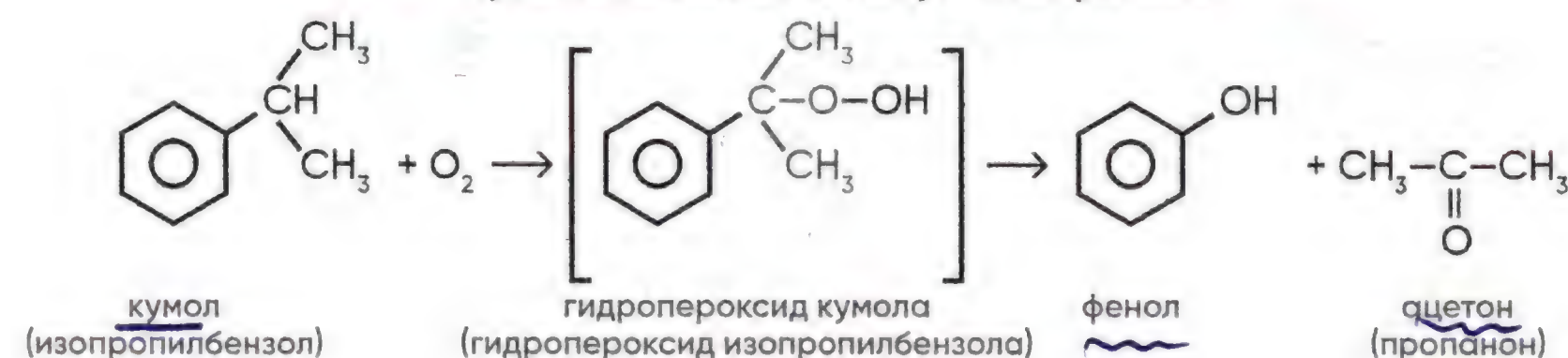


Гомологи бензола обесцвечивают раствор перманганата калия



2. Каталитическое окисление кумола

Кумольный способ получения фенола



Получение аренов

I. Промышленные способы

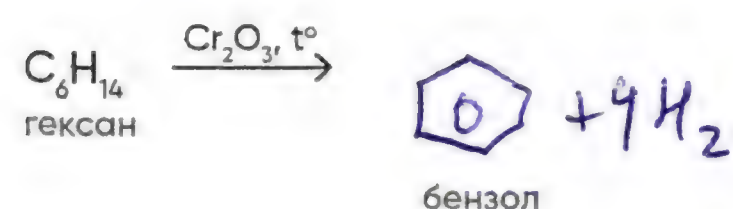
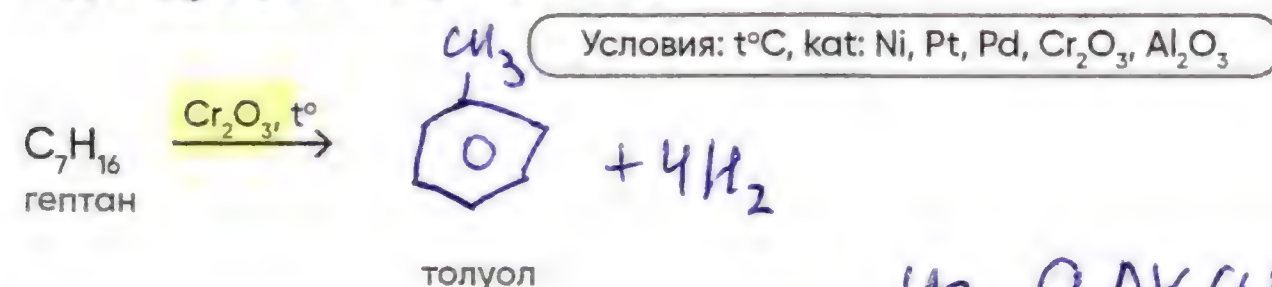
1. Коксование каменноугольной смолы
2. Дегидроциклизация алканов
3. Дегидрирование циклоалканов
4. Алкилирование бензола алкенами

II. Лабораторные способы

1. Декарбоксилирование солей карбоновых кислот
2. Реакция Вюрца-Фиттига
3. Алкилирование бензола галогеналканами
4. Тримеризация алкинов

Промышленные способы

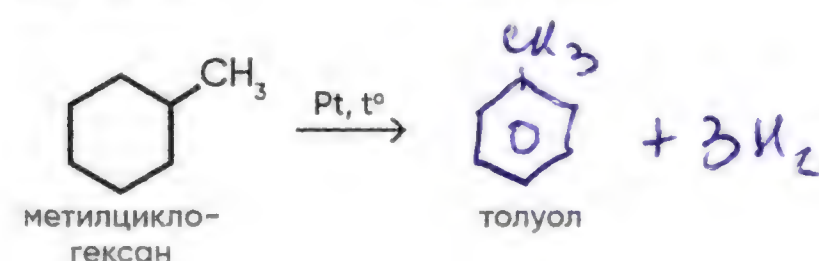
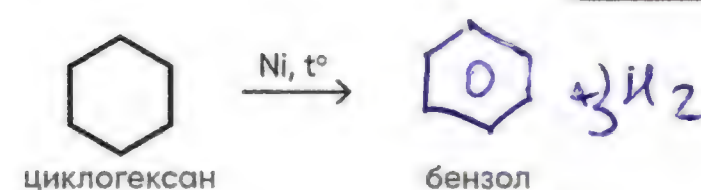
1. Дегидроциклизация алканов



из алканов $\rightarrow 4\text{H}_2$

2. Дегидрирование циклоалканов

Условия: $t^\circ\text{C}$, kat: Ni, Pt, Pd, Cr_2O_3 , Al_2O_3

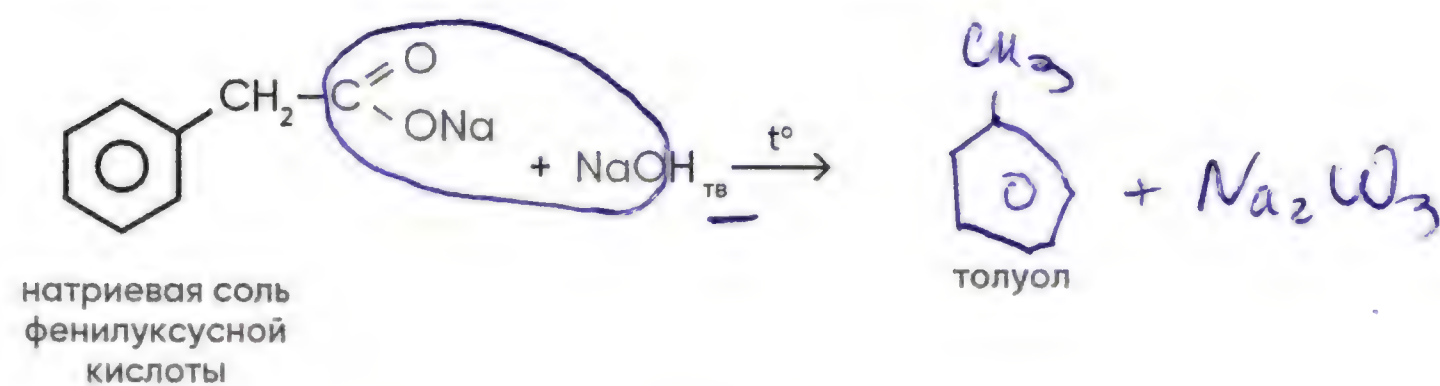
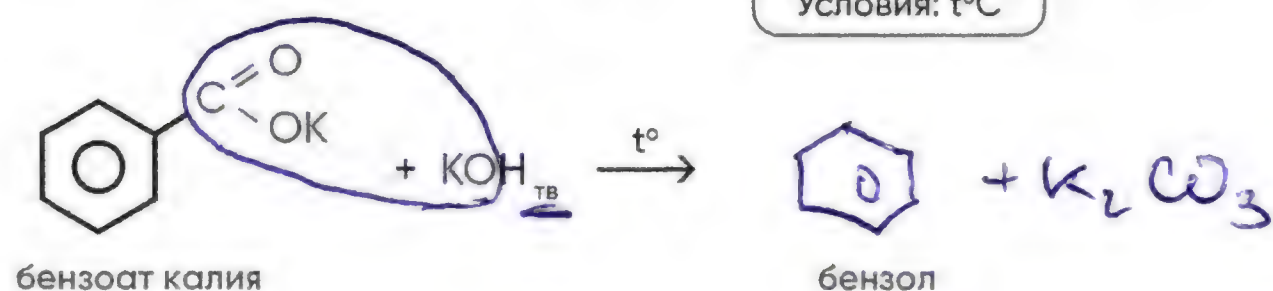


из циклоалканов $\rightarrow 3\text{H}_2$

Лабораторные способы

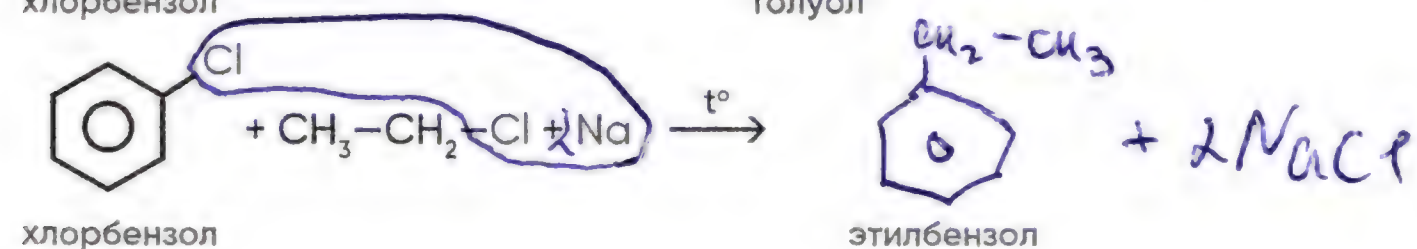
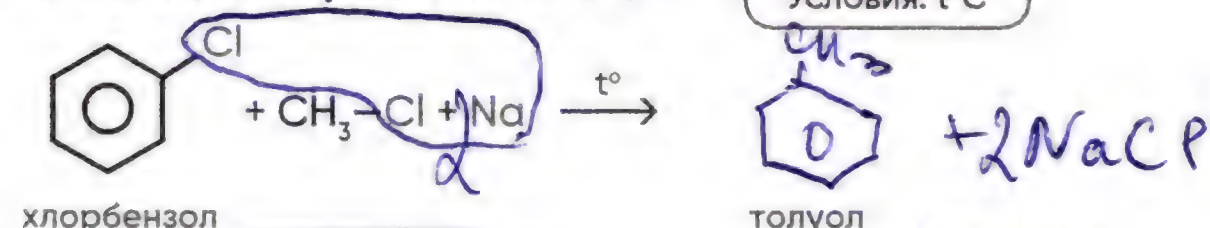
1. Декарбосилирование солей карбоновых кислот

Условия: $t^\circ\text{C}$



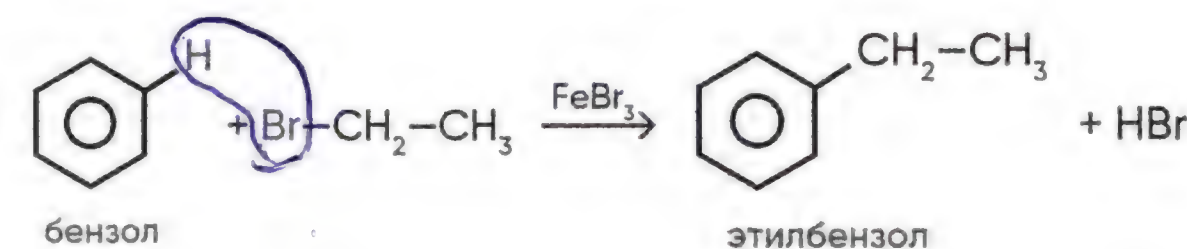
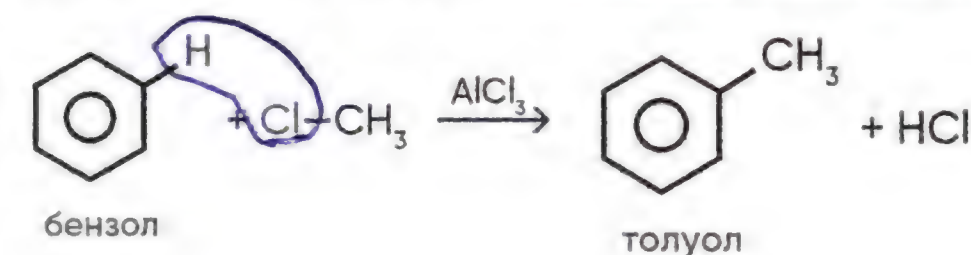
2. Реакция Вюрца-Фиттига

Условия: $t^\circ\text{C}$



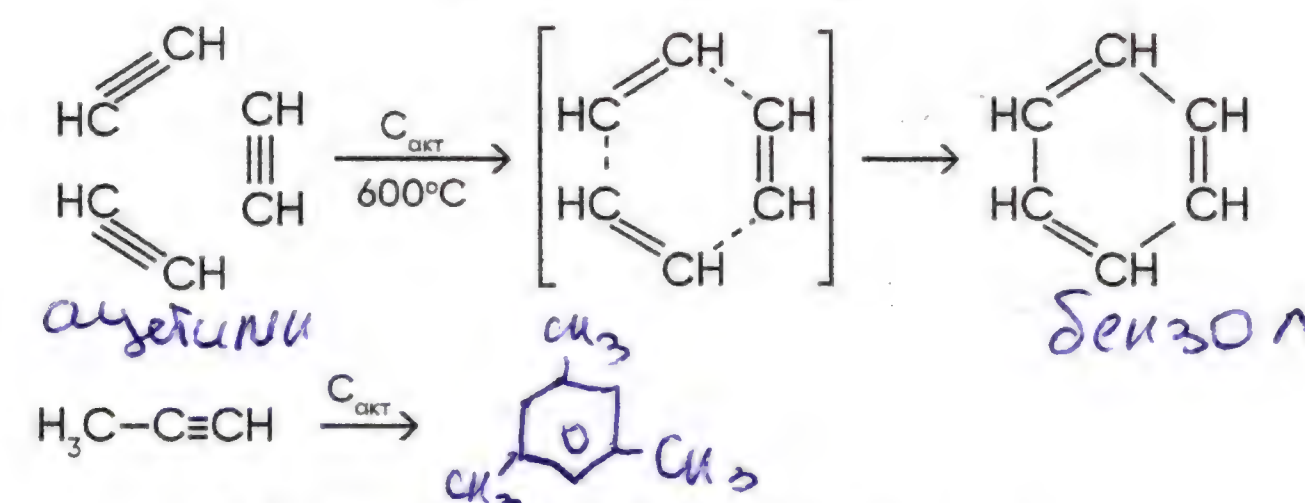
3. Алкилирование бензола галогеналканами

Реакция Фриделя-Крафтса Условия: kat: AlCl_3 , AlBr_3 , FeBr_3 , FeCl_3



4. Тримеризация алкинов

Условия: $t^\circ\text{C}$, kat: $\text{C}_{\text{акт}}$



Химические свойства аренов

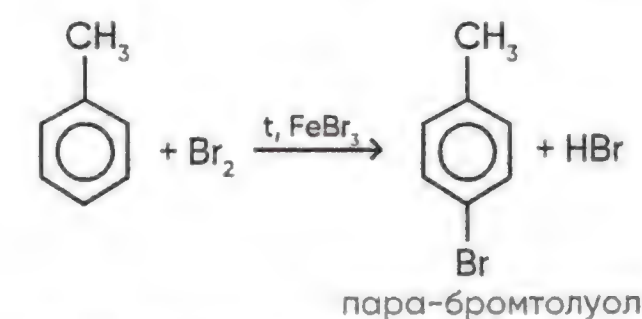
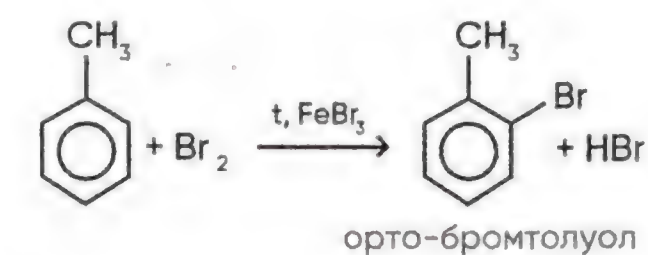
Тип реакции

Свойства бензола

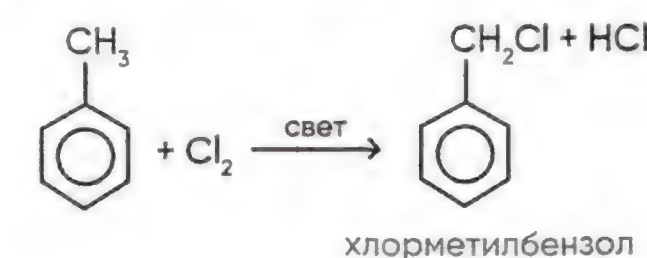
(на примере толуола, этилбензола)

1. Галогенирование в присутствии катализатора (AlCl_3 , FeBr_3)

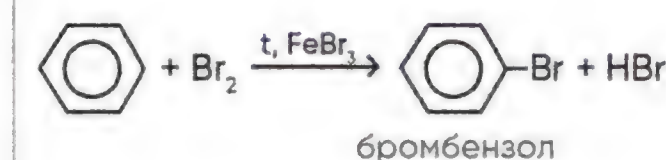
Замещение в бензольном кольце (образуются орто- и пара-производные)



Замещение атомов водорода в боковой цепи у атомов углерода в α -положении



Реакции замещения

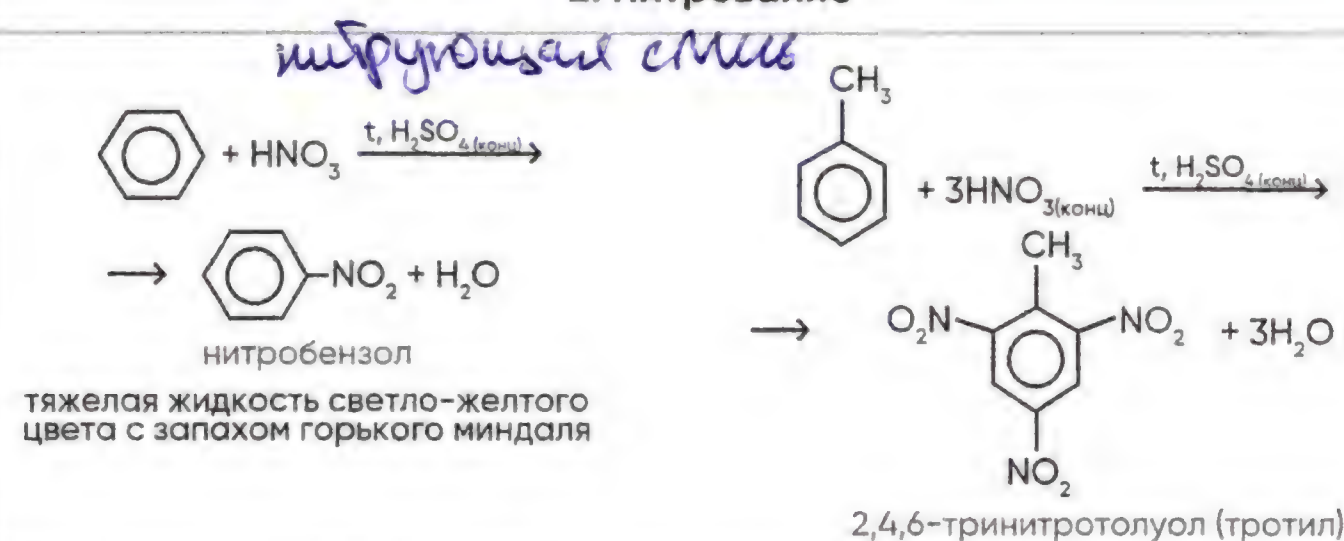


Тип реакции

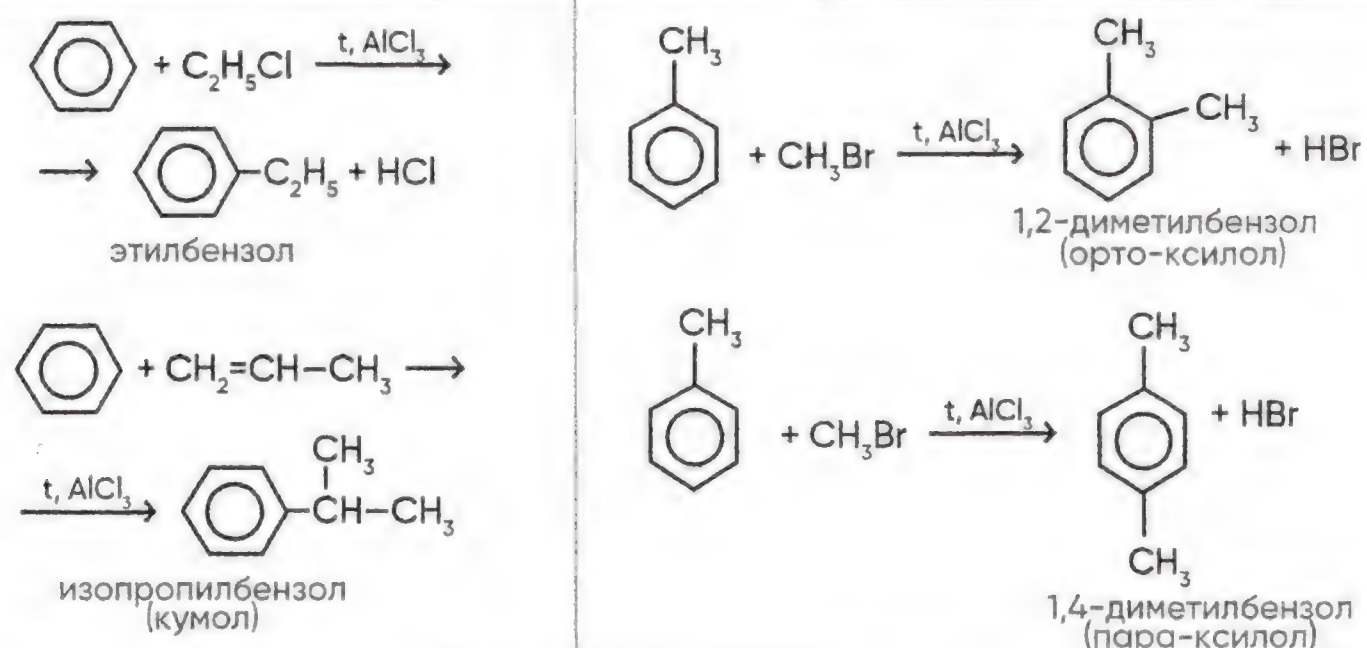
Свойства бензола

Свойства гомологов бензола (на примере толуола, этилбензола)

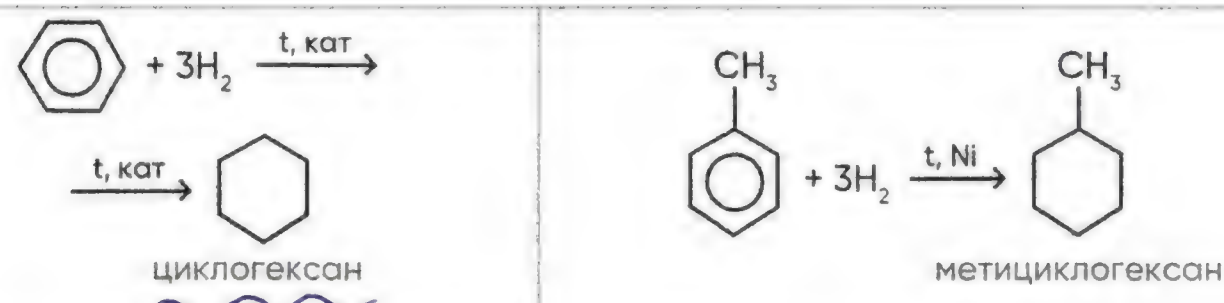
2. Нитрование



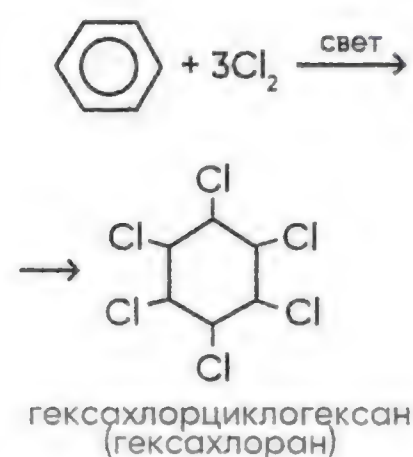
3. Алкилирование



1. Гидрирование



2. Хлорирование (+ Cl₂)



1. Горение (полное окисление)



Реакции замещения

Реакции присоединения

Тип реакции

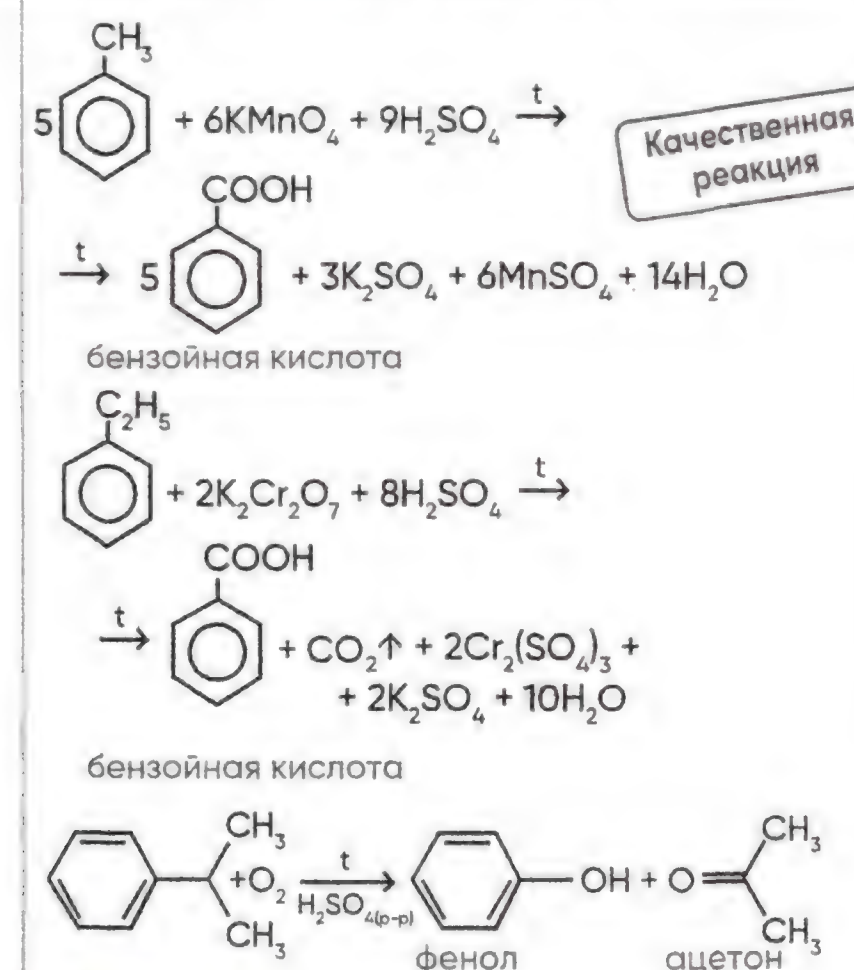
Свойства бензола

Свойства гомологов бензола (на примере толуола, этилбензола)

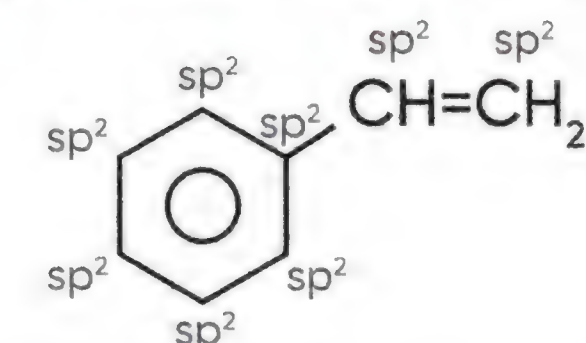
2. Неполное окисление (окислитель – KMnO₄ или K₂Cr₂O₇)

Реакции окисления

Раствором KMnO₄ не окисляется



Стирол Электронное строение



Все атомы углерода находятся в sp²-гибридизации

Химические свойства

I. Реакции присоединения

1. Гидрирование
2. Гидрогалогенирование
3. Галогенирование
4. Гидратация

II. Реакции окисления

1. Мягкое окисление
2. Жесткое окисление
3. Горение

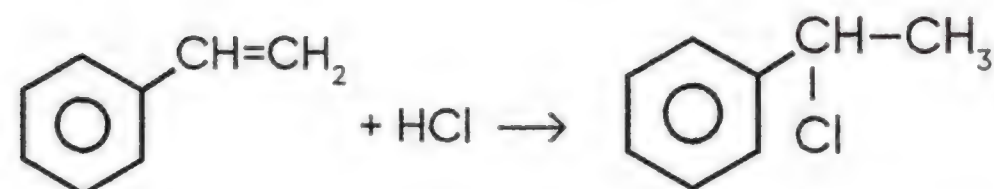
Для стирола характерны свойства алкенов.

III. Полимеризация

Реакции присоединения

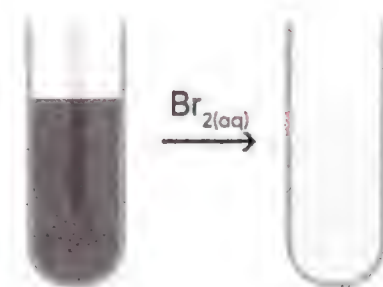
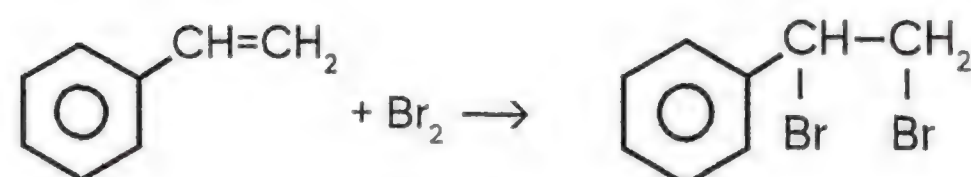
1. Гидрогалогенирование

Согласно правилу Марковникова



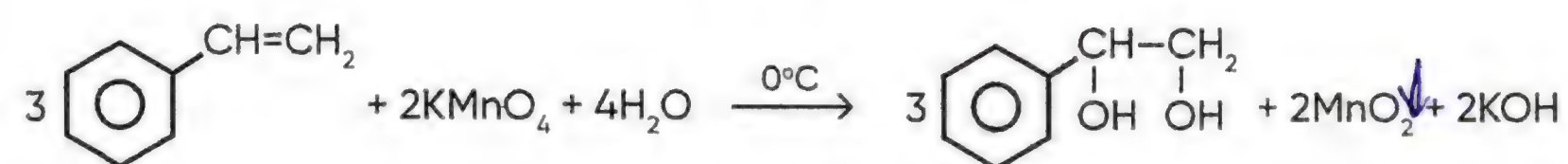
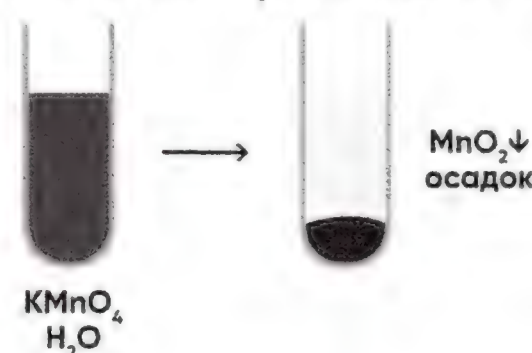
2. Галогенирование

Стирол обесцвечивает бромную воду

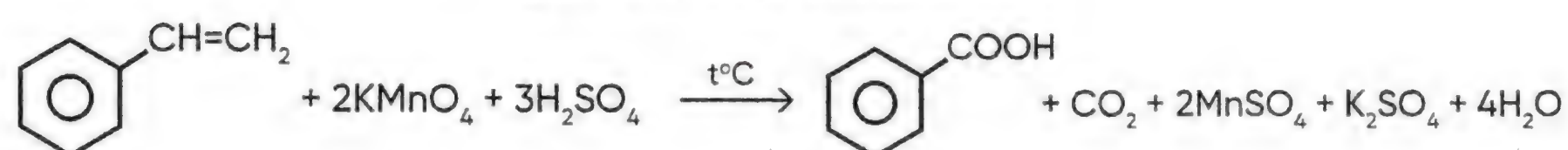


Реакции окисления

1. Мягкое окисление (реакция Вагнера)

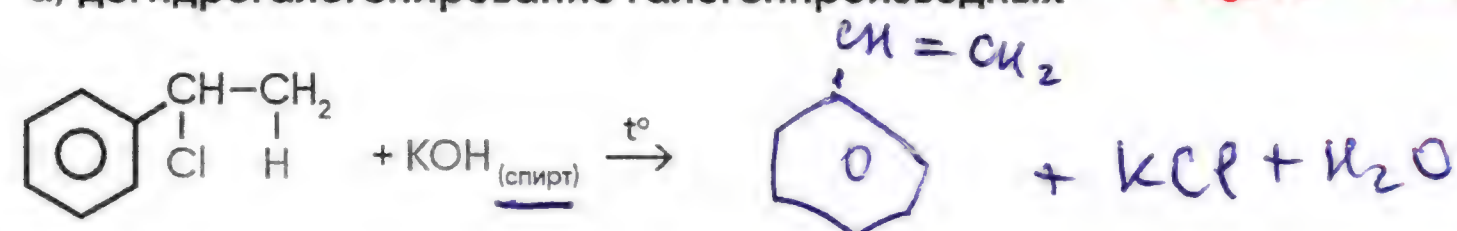


2. Жёсткое окисление

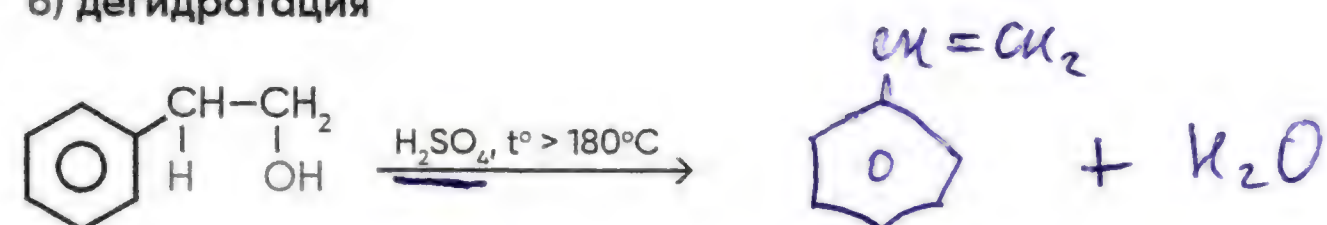


Получение стирола

а) дегидрогалогенирование галогенпроизводных



б) дегидратация



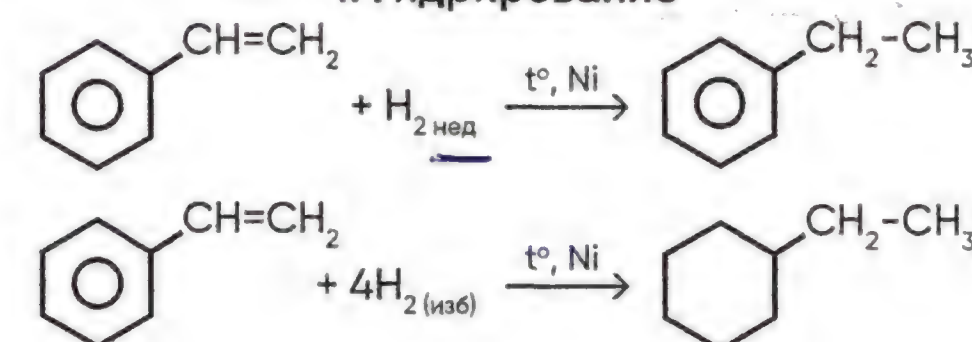
Химические свойства стирола

Тип реакции

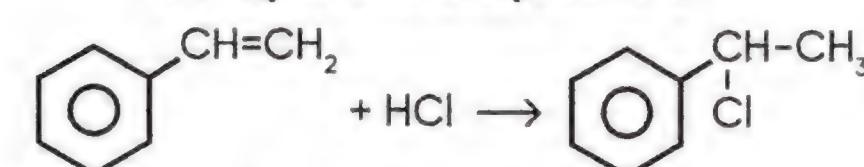
Уравнение реакции

Реакции присоединения

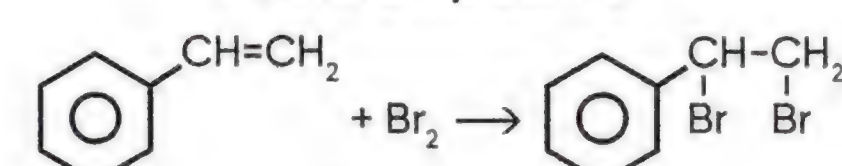
1. Гидрирование



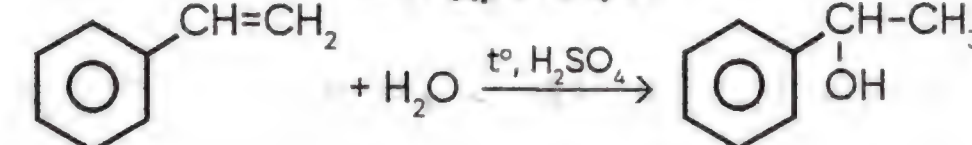
2. Гидрогалогенирование



3. Галогенирование

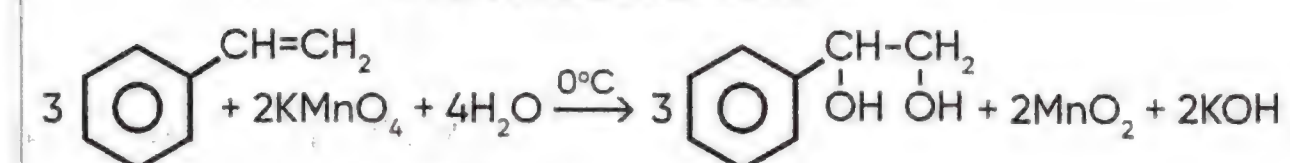


4. Гидратация

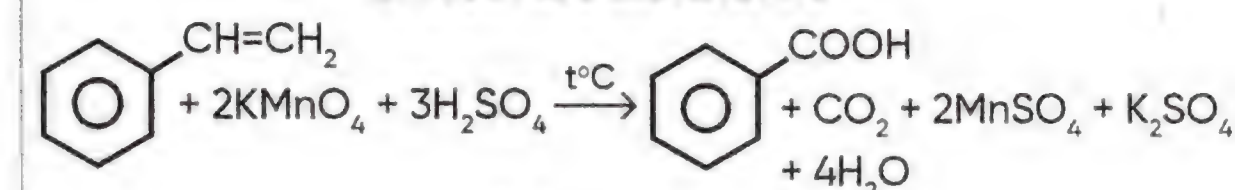


Реакции окисления

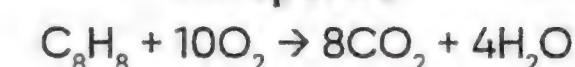
1. Мягкое окисление



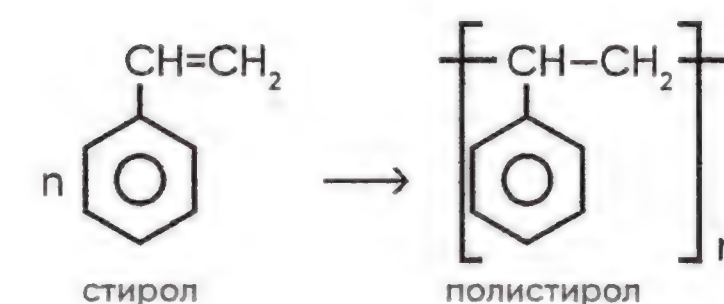
2. Жёсткое окисление



3. Горение



Реакции полимеризации



Задание 34

Из спецификации к ЕГЭ-2022, разработанной ФИПИ

Порядковый номер задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификации	Коды требований	Уровень сложности	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин.)
34	Установление молекулярной и структурной формулы вещества	4.3.7	2.5.2	В	3	10-15

Тема задачи:

Установление молекулярной и структурной формулы вещества

Максимальный балл за задачу – 3 балла

Для сдачи на максимальный балл необходимо:

1. Правильно определить молекулярную формулу, провести все необходимые вычисления
2. Установить структуру вещества по свойствам, указанным в условии
3. Записать уравнение реакции с установленным веществом

Некоторые подробности оформления

• При условии, если структурная формула органического вещества не записана как отдельный элемент ответа, а присутствует лишь в уравнении реакции (в последнем элементе ответа) и составлена правильно, то этот элемент ответа считается выполненным и выставляется 1 балл за «структурную формулу».

• указаны все коэффициенты (при этом допустимо использование кратных коэффициентов, в том числе и дробных).

• в уравнении реакции записаны формулы тех веществ, которые соответствуют условию задания, или являются продуктами, преимущественно образующимися в реакциях, протекающих при заданных условиях.

• В случае если в условии задания идёт речь о веществах природного происхождения, то таковыми являются биологически важные вещества, такие как жиры, аминокислоты (независимо от положения аминогруппы), пептиды, белки, углеводы (моно-, ди-, олиго- и полисахариды).

Расчётная часть в задаче 34

Расчёты по продуктам сгорания

Расчёты по массовым процентам

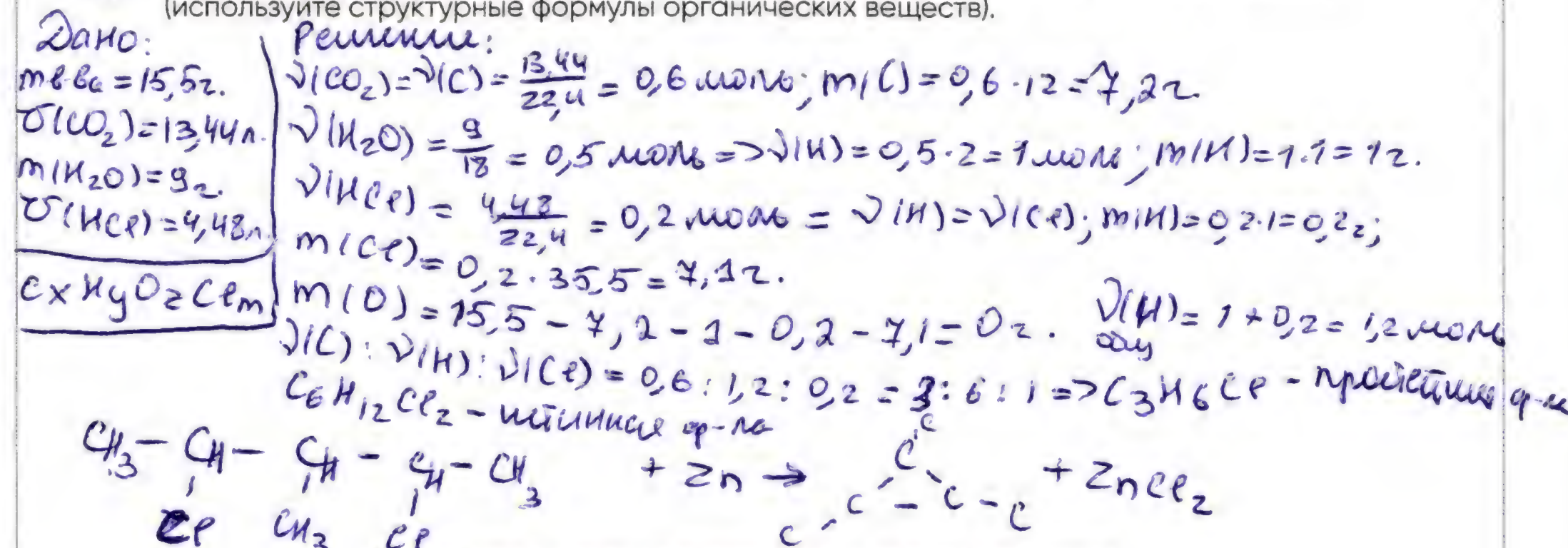
Расчёты по продуктам сгорания

Задание 1 (34 КИМ)

При сгорании органического вещества А массой 15,5 г получили 13,44 л углекислого газа (при н.у.), 9 г воды и 4,48 л хлороводорода (при н.у.). Известно, что при взаимодействии вещества А с металлическим цинком образуется циклическое вещество Б, содержащее три третичных атома углерода.

На основании данных условия задачи:

1. проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
2. составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
3. напишите уравнение реакции взаимодействия вещества А с металлическим цинком (используйте структурные формулы органических веществ).



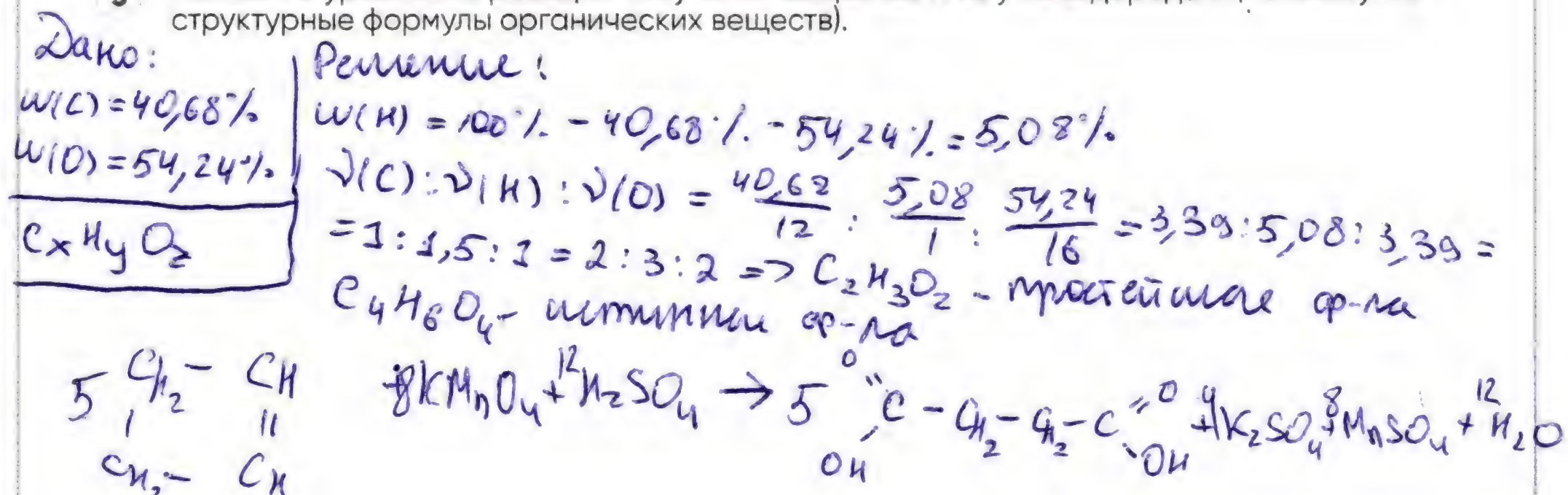
Расчёты по массовым процентам

Задание 2 (34 КИМ)

Некоторое органическое вещество А было получено при окислении циклического неразветвленного углеводорода Б сернокислым раствором перманганата калия. Известно, что вещество А содержит 40,68% углерода, 54,24% кислорода и водород по массе.

На основании данных условия задачи:

1. проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
2. составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
3. напишите уравнение реакции получения вещества А из углеводорода Б (используйте структурные формулы органических веществ).



Задание 3 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, которые вступают в реакцию с бутином-1, но не реагируют с пентином-2. Запишите номера выбранных ответов.

☒ 1 гидрид лития

☒ 2 бромная вода

☒ 3 вода

☒ 4 аммиачный раствор оксида серебра

☒ 5 азотная кислота

Ответ: 14

Задание 4 (14 КИМ)

Установите соответствие между исходными веществами и органическим продуктом, преимущественно образующимся в результате их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Исходные вещества

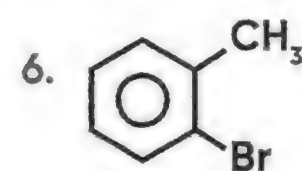
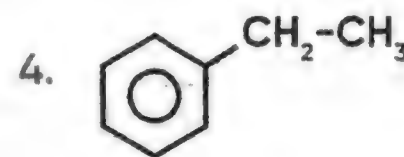
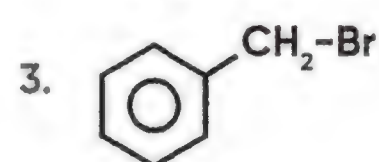
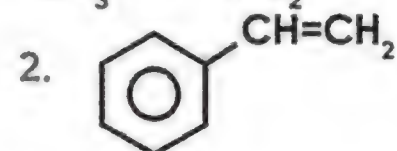
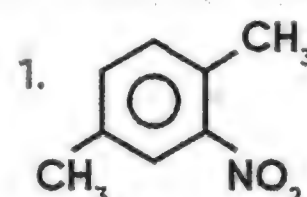
А. бензол и HNO_3 (H_2SO_4)

Б. пара-ксилол и HNO_3 (H_2SO_4)

В. толуол и Br_2 ($h\nu$)

Г. бензол и $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (H^+)

Продукт реакции

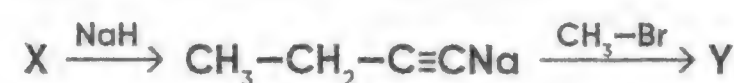


Ответ:

А	Б	В	Г
5	1	3	4

Задание 5 (16 КИМ)

Задана следующая схема превращения веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам X и Y.

1. пентин-1

2. пентин-2

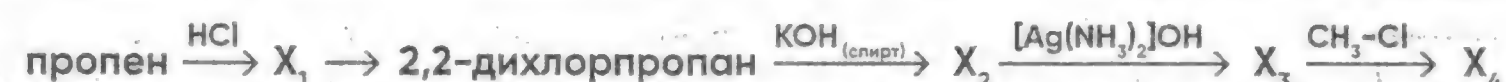
3. бутин-1

4. 1,2-дибромбутан

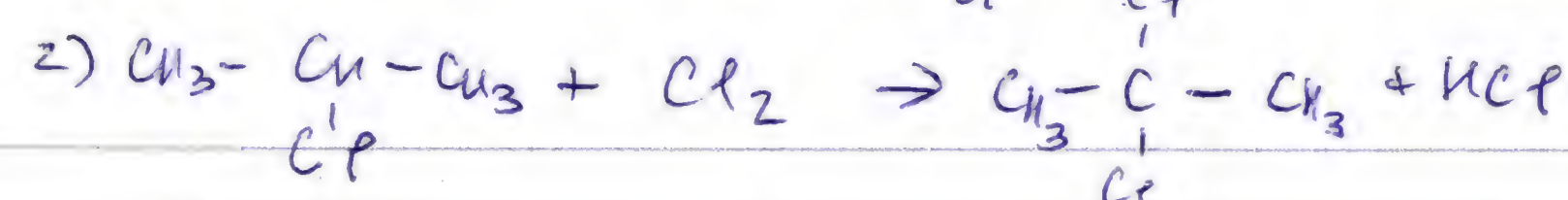
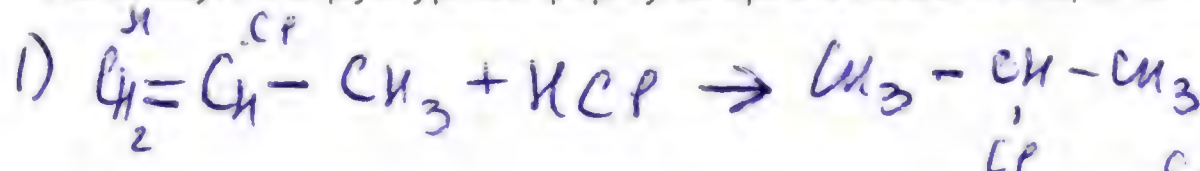
5. бутин-2

Задание 6 (32 КИМ)

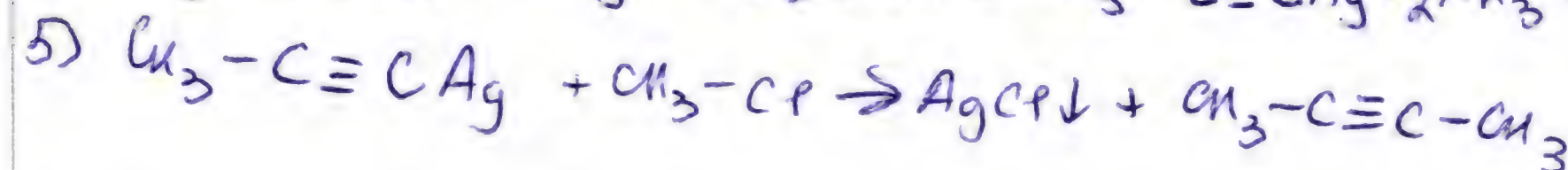
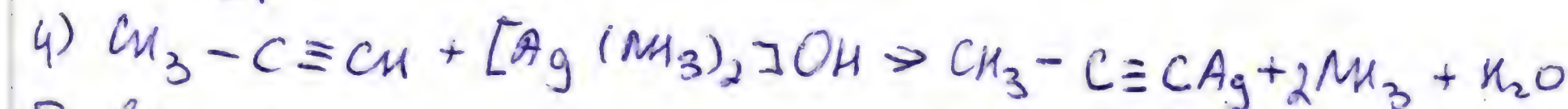
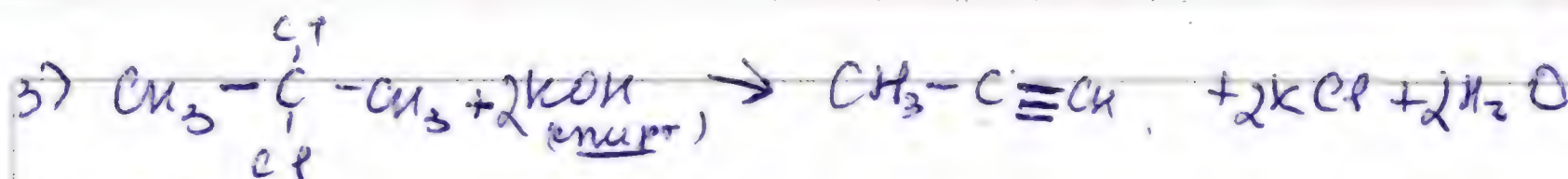
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

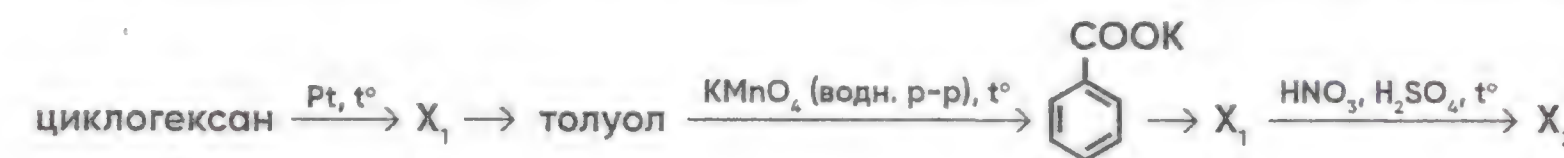


23

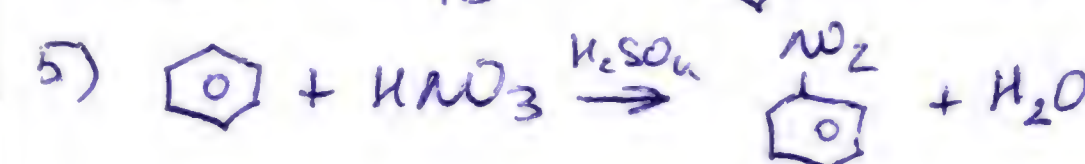
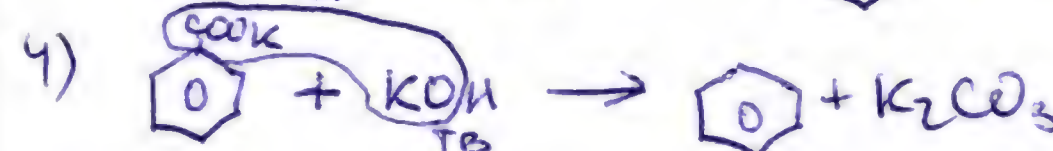
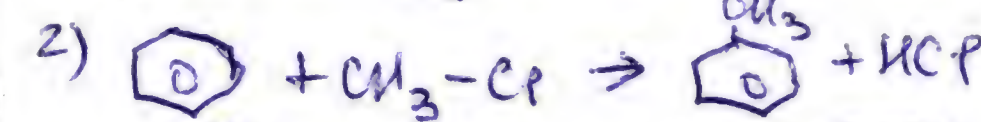
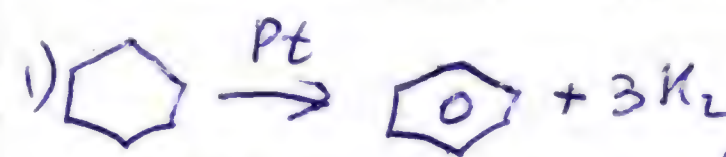


Задание 7 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

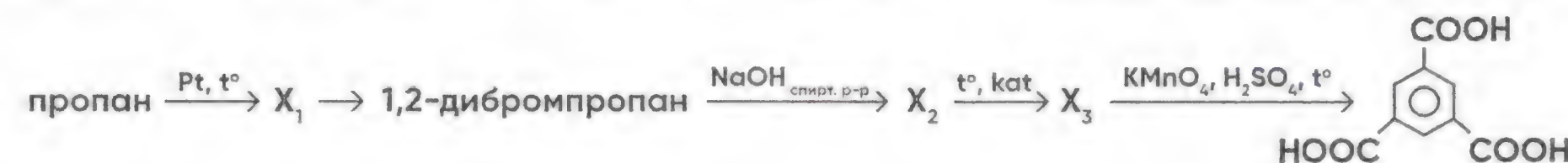


При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

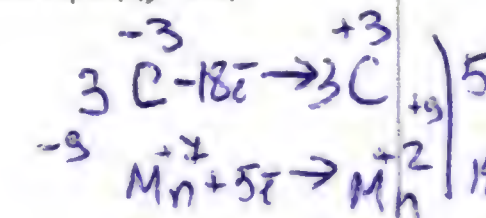
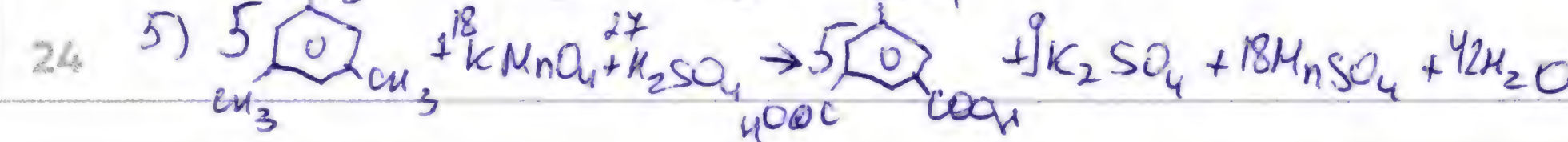
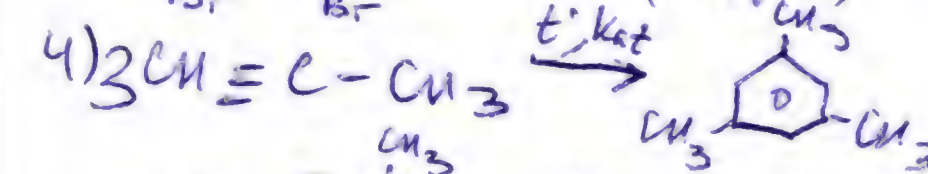
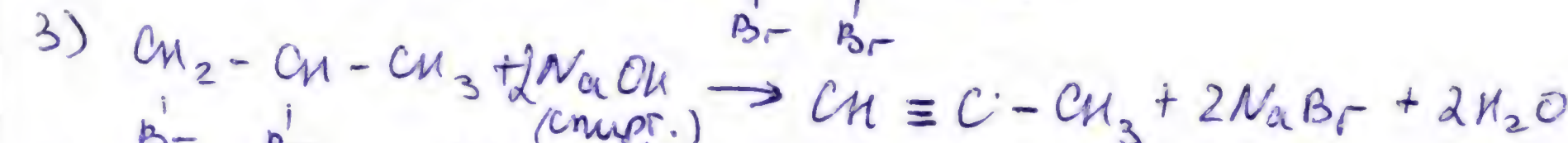
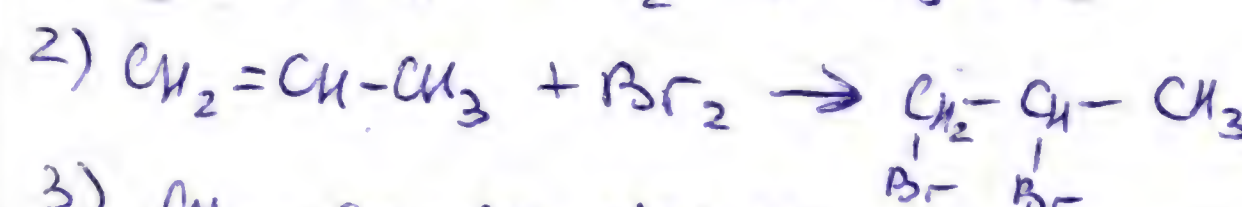
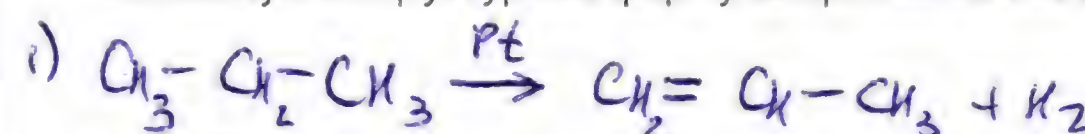


Задание 7 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.



ДЕНЬ 7

Кислородсодержащие
органические в-ва

Кислородсодержащие органические вещества. Спирты.

Кислородсодержащие вещества

- Спирты
 - Фенолы
- } гидроксисоединения
- Простые эфиры
 - Альдегиды
 - Кетоны
 - Карбоновые кислоты
 - Сложные эфиры
 - Углеводы
 - ...

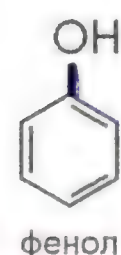
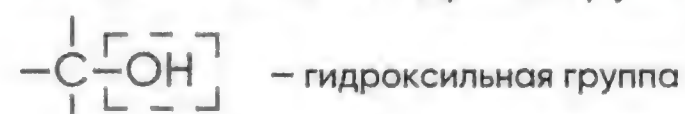
Гидроксисоединения — это органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько гидроксильных ($-OH$) групп.

Гидроксисоединения

Спирты

Фенолы

Спирты — это производные углеводородов, в которых один или несколько атомов H заменены на гидроксогруппы (OH -группы).



— не является спиртом!

Классификация спиртов

1. По числу OH -групп

- **одноатомные** (в молекуле одна OH -группа)
 $CH_3-CH_2-CH_2-OH$
пропанол-1
- **двухатомные = гликоли** (в молекуле две OH -группы)
 $\begin{array}{c} CH_2-CH_2 \\ | \quad | \\ OH \quad OH \end{array}$
этандиол-1,2 (этиленгликоль)
- **трёхатомные = глицеролы** (в молекуле три OH -группы)
 $\begin{array}{c} CH_2-CH-CH_2 \\ | \quad | \quad | \\ OH \quad OH \quad OH \end{array}$
пропантриол-1,2,3 (глицерин)

2. По типу углерода, связанного с OH -группой

Одноатомные спирты

- **первичные**
 $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ CH_3-C-CH_2-OH \\ | \\ CH_3 \end{array}$
2,2-диметилпропанол-1
- **вторичные**
 $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$
пропанол-2
- **третичные**
 $\begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ H_3C-C-CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$
2-метилпропанол-2

3. По типу радикала (R в $R-OH$)

- **предельные**
 CH_3-CH_2-OH
этиловый спирт
 $\begin{array}{c} CH_3-CH-CH_3 \\ | \\ OH \end{array}$
изопропиловый спирт

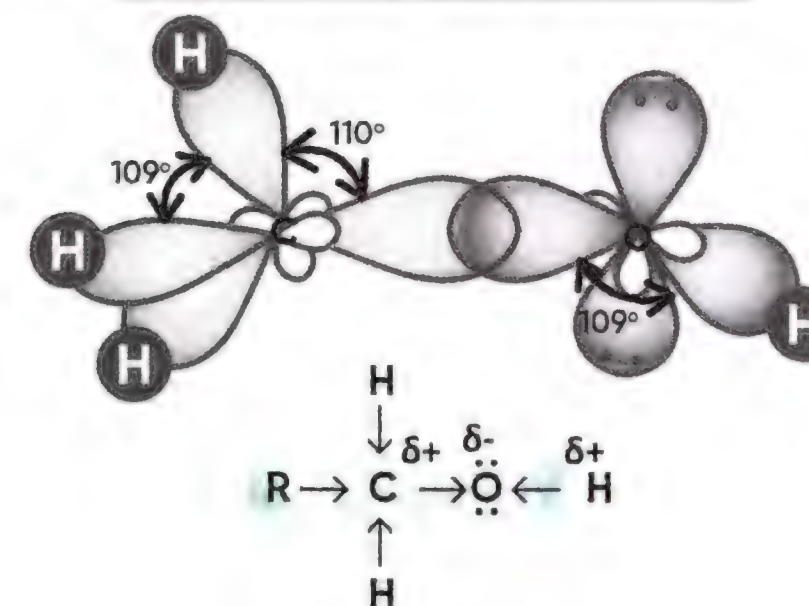
циклогексанол

циклопентанол
- **непредельные**
 $H_2C=CH-OH$
виниловый спирт
 $CH_2=CH-CH_2-OH$
аллиловый спирт
 $HC\equiv C-CH_2OH$
пропаргиловый спирт
- **ароматические**

бензиловый спирт

Электронное и пространственное строение

атомы C в sp^3 -гибридизации



sp^3

$ЭО(O) > ЭО(C)$

Гомологический ряд одноатомных спиртов

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
CH_3OH	метанол	CH_3-OH
C_2H_5OH	этанол	CH_3-CH_2-OH
C_3H_7OH	пропанол-1	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$
C_4H_9OH	бутанол-1	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
$C_5H_{11}OH$	пентанол-1	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
$C_6H_{13}OH$	гексанол-1	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

Тривиальная номенклатура

Формула	Систематическое название	Тривиальное название
$\text{CH}_3\text{-OH}$	метанол	метиловый спирт, древесный спирт, карбинол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	этанол	винный спирт, этиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	пропанол-1	пропиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$	пропанол-2	изопропиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	бутанол-1	бутиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CH}_3$	бутанол-2	втор-бутиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-C(OH)(CH}_3\text{)-CH}_3$	2-метилпропанол-2	трет-бутиловый спирт

Гомологический ряд многоатомных спиртов

Молекулярная формула	Название	Структурная формула
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	этиленгликоль	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	глицерин	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH-CH}_2 \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$

Изомерия Структурная

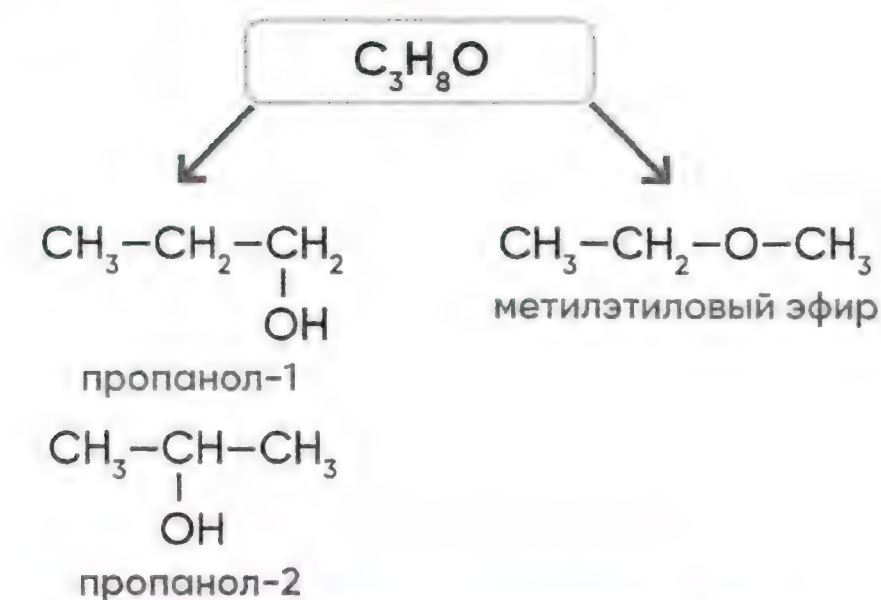
а) Углеродного скелета

Вещество	Изомеры
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 3-метилбутанол-1	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 2-метилбутанол-1
	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ пентанол-1

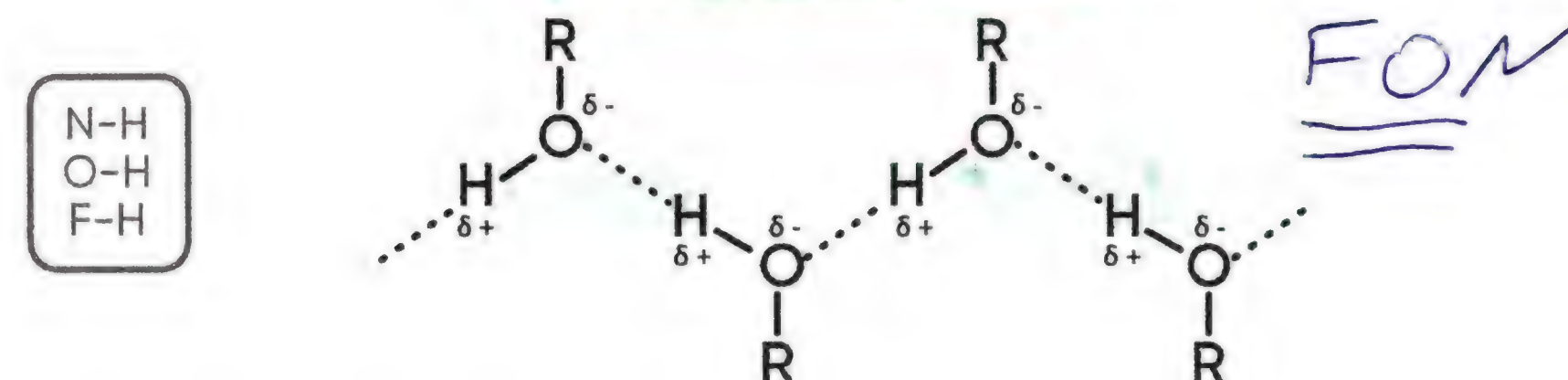
б) Положения функциональной группы (гидроксигруппы)

Вещество	Изомеры
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ бутанол-2	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ бутанол-1

в) Межклассовая с простыми эфирами



Водородные связи



Спирты образуют межмолекулярные водородные связи => повышаются температуры кипения

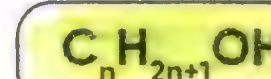
Спирт	Температура кипения	Соответствующий алкан	Температура кипения
CH_3OH	64,5°C	CH_4	-161,5°C
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	78°C	C_2H_6	-88,63°C
$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$	97°C	C_3H_8	-42,1°C

Физические свойства

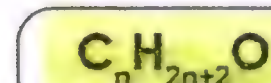
- $\text{C}_1\text{-C}_{11}$ – жидкости
 - $\text{C}_{12}\text{-C}_\infty$ – твёрдые вещества
- Растворимость в воде:
- $\text{C}_1\text{-C}_2$ – неограниченно растворимы в воде
 - $\text{C}_3\text{-C}_5$ – растворимы, но ограниченно
 - $\text{C}_6\text{-C}_\infty$ – практически не растворимы в воде

Одноатомные спирты

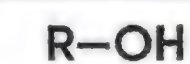
Общая формула



↓



↓



Химические свойства одноатомных спиртов

I. Реакции с разрывом связи (кислотные свойства) $R-O\text{H}$

1. Взаимодействие с активными металлами
2. Реакция этерификации
 - а) с карбоновыми кислотами
 - б) с HNO_3

II. Реакции с разрывом связи $R\text{O}-H$

1. Взаимодействие с галогеноводородами
2. Взаимодействие с галогенидами фосфора
3. Дегидратация
 - а) межмолекулярная
 - б) внутримолекулярная
4. Взаимодействие с аммиаком

III. Реакции окисления

1. Мягкое окисление с CuO
2. Дегидрирование
3. Жесткое окисление с $KMnO_4/K_2Cr_2O_7$
4. Горение

Реакции с разрывом связи $R-O\text{H}$

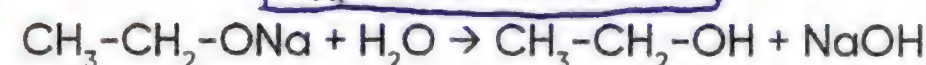
1. Взаимодействие с активными металлами



Номенклатура солей:

CH_3-ONa – метилат натрия
 CH_3-CH_2-ONa – этилат натрия
 $CH_3-CH_2-CH_2-ONa$ – пропилат натрия

Гидролиз алкоголятов:



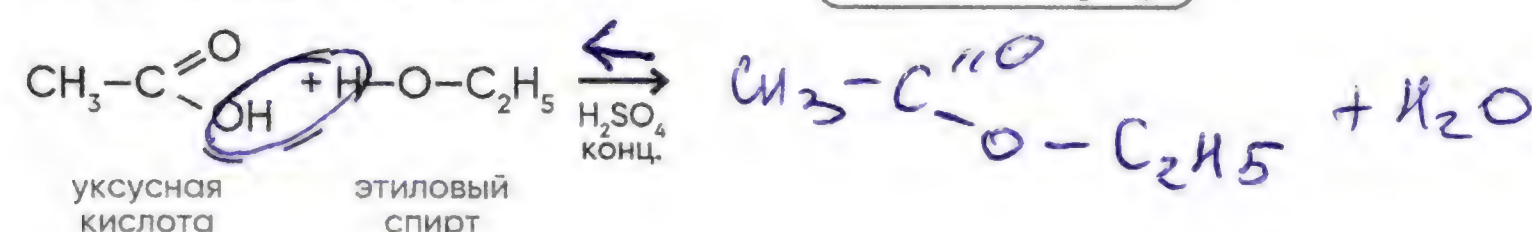
Взаимодействие алкоголятов с галогеналканами:
 $CH_3-ONa + Cl-CH_2-CH_3 \xrightarrow{t^\circ} CH_3-CH_2-O-CH_3 + NaCl$

2. Реакция этерификации

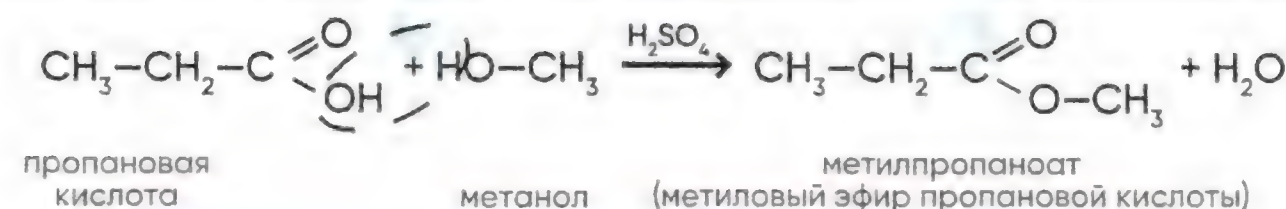
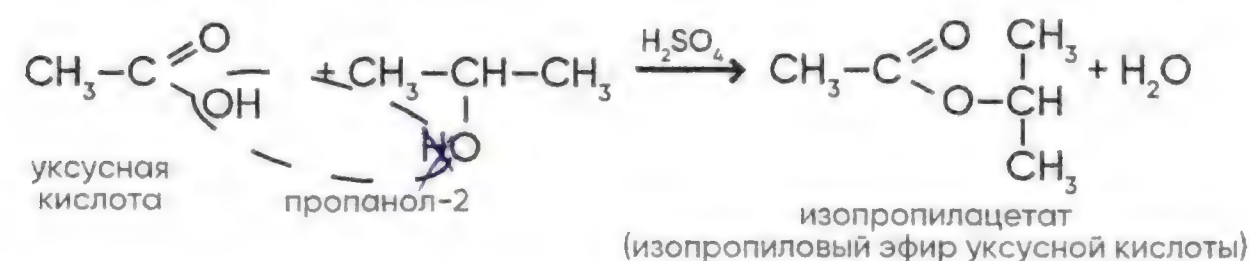
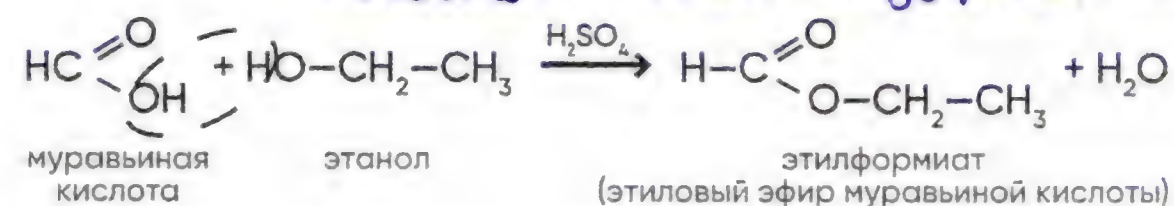
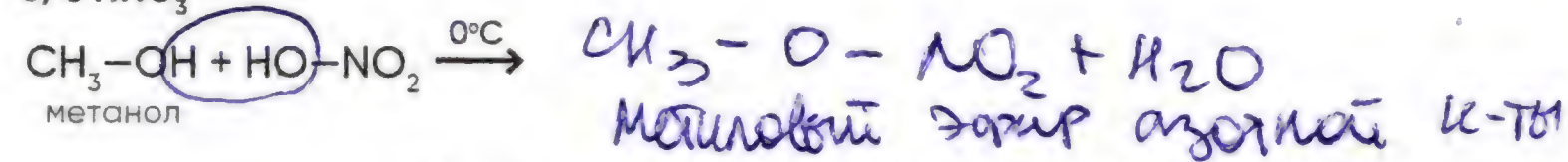
Этерификация – это реакция между спиртом и кислотой, в результате которой получаются сложный эфир и вода.

а) с карбоновыми кислотами

Условия: H^+ (H_2SO_4)

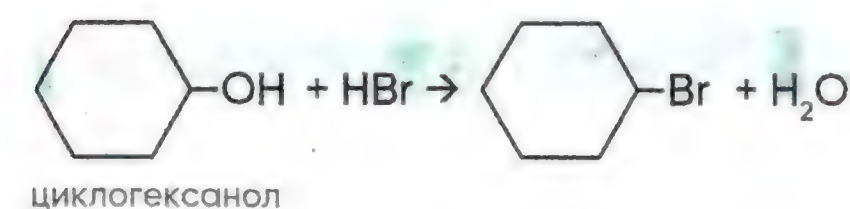
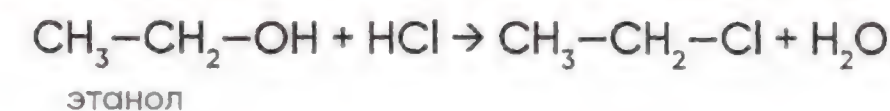


б) с HNO_3

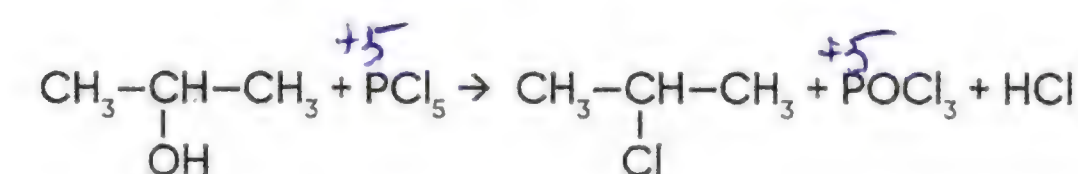
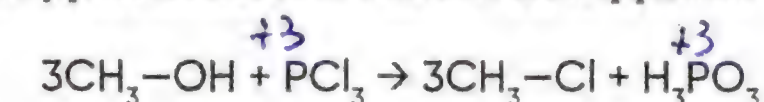


Реакции с разрывом связи $R\text{O}-H$

1. Взаимодействие с галогеноводородами



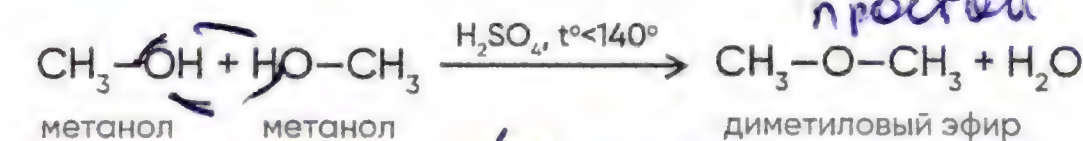
2. Взаимодействие с галогенидами фосфора



3. Дегидратация

а) межмолекулярная дегидратация – простой эфир

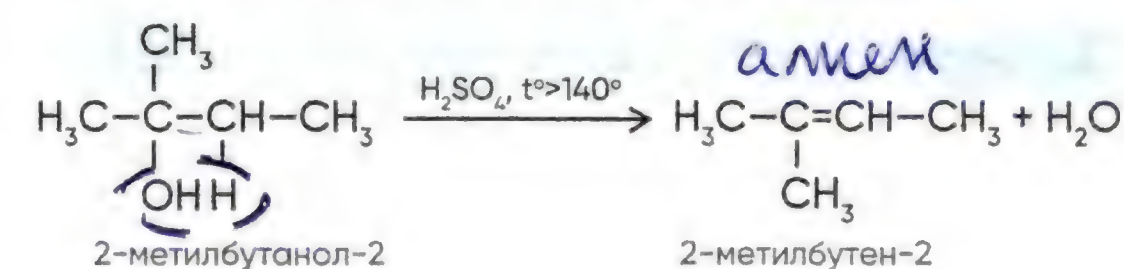
Условия: H_2SO_4 (H_3PO_4 или Al_2O_3), $t^\circ < 140^\circ$



б) внутримолекулярная дегидратация – алкен

По правилу Зайцева!

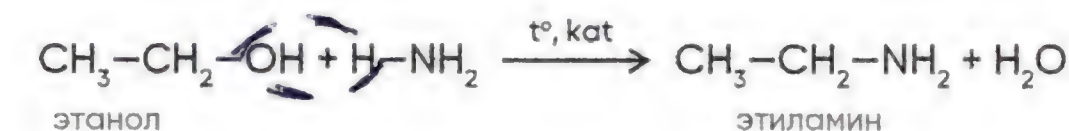
Условия: H_2SO_4 (H_3PO_4 или Al_2O_3), $t^\circ > 140^\circ$



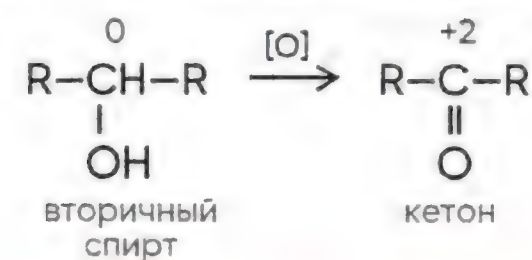
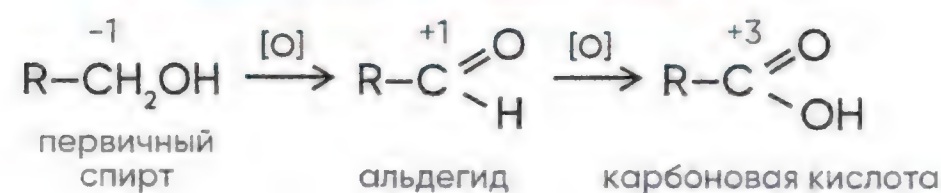
4. Взаимодействие с аммиаком

аммонолиз спиртов

Условия: Al_2O_3 , SiO_2 , t°



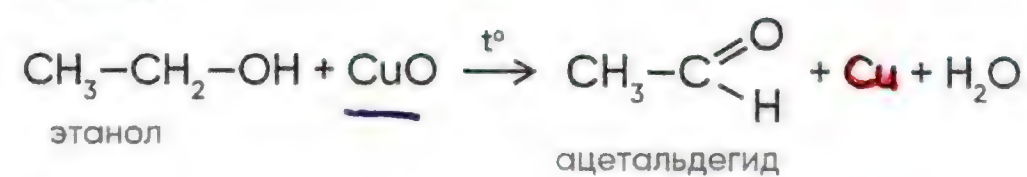
Реакции окисления



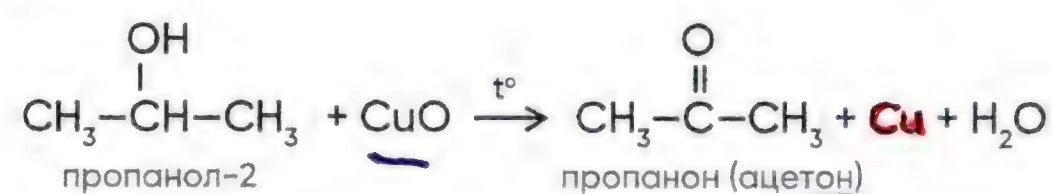
Качественная реакция

1. Мягкое окисление с CuO

а) первичные — до альдегидов



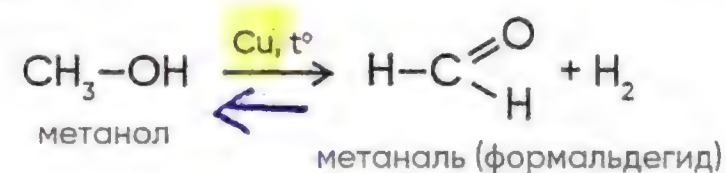
б) вторичные — до кетонов



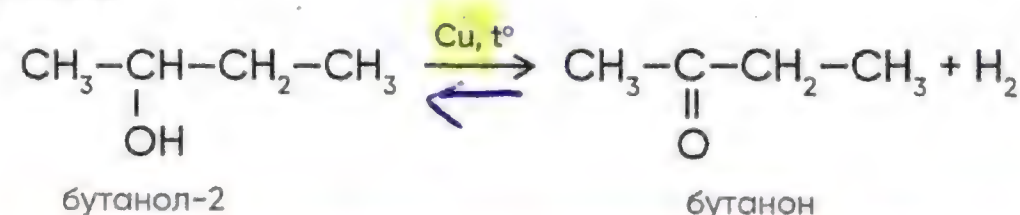
2. Дегидрирование — отщепление водорода

Условия: Cu, t°

а) первичные — до альдегидов

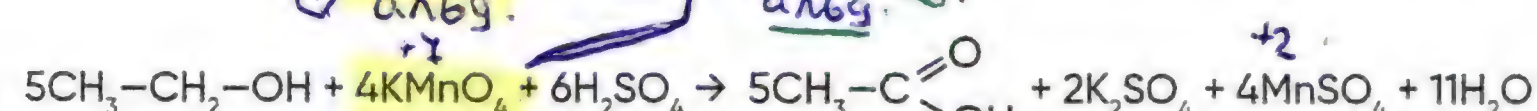
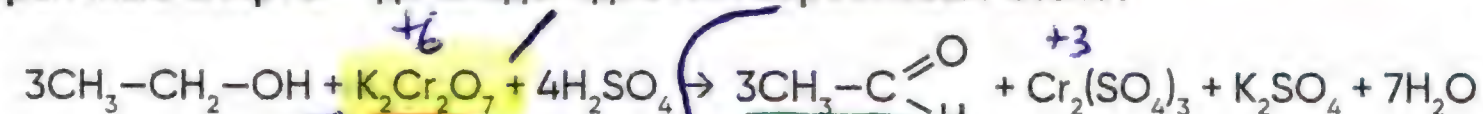


б) вторичные — до кетонов

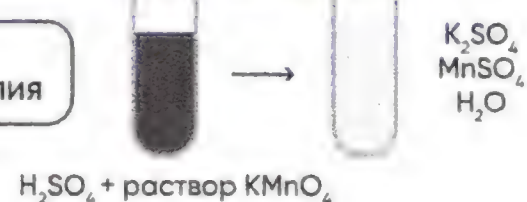


3. Жёсткое окисление с KMnO₄/K₂Cr₂O₇

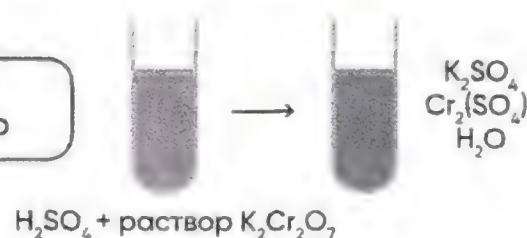
а) первичные спирты — до альдегидов или карбоновых кислот



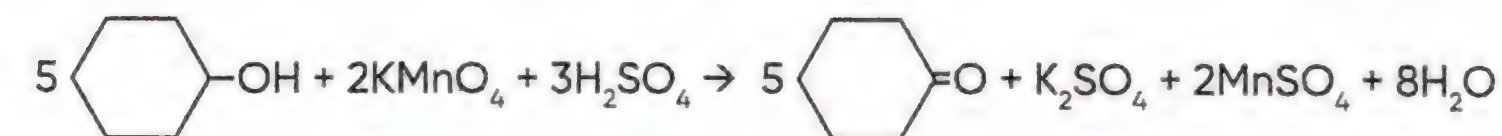
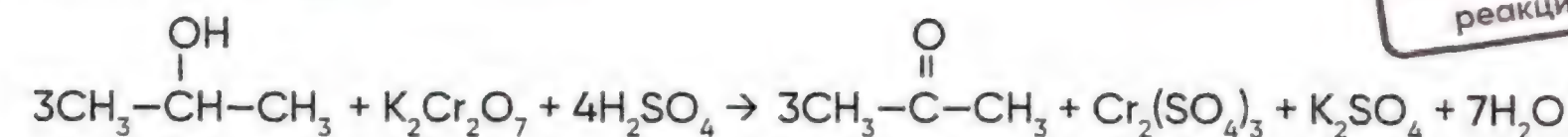
Качественная реакция — обесцвечивание раствора перманганата калия



Качественная реакция — изменение цвета раствора с оранжевой окраски на зелёную

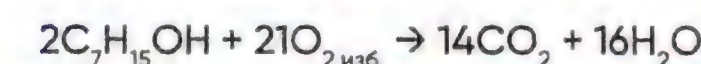
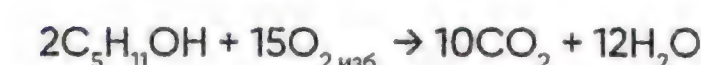
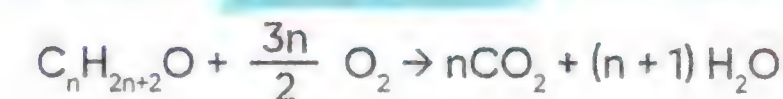
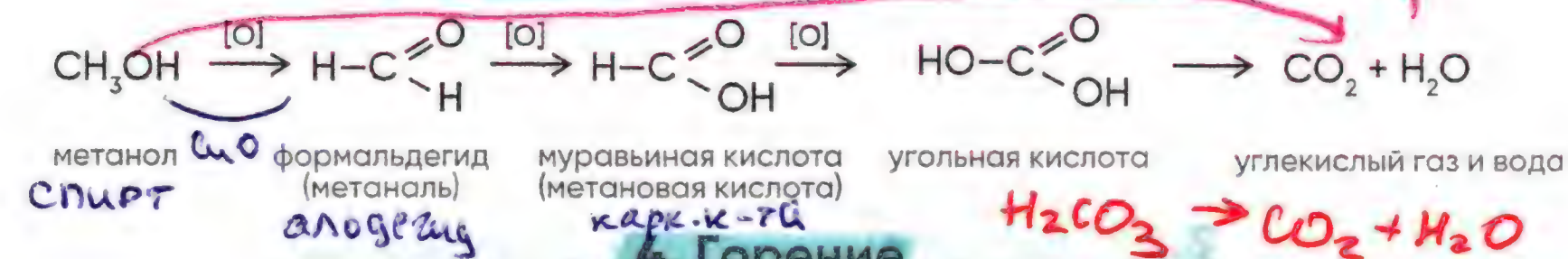


б) вторичные спирты — до кетонов



Качественная реакция

Реакции окисления метанола KMnO₄

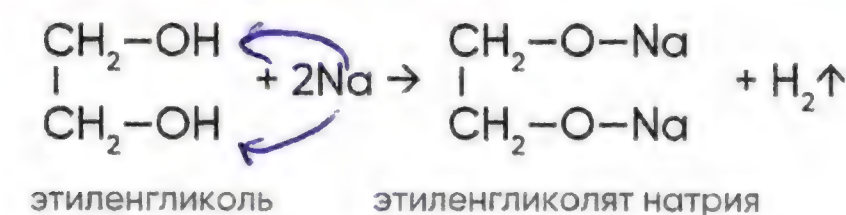


Многоатомные спирты

Реакции с разрывом связи R-OH

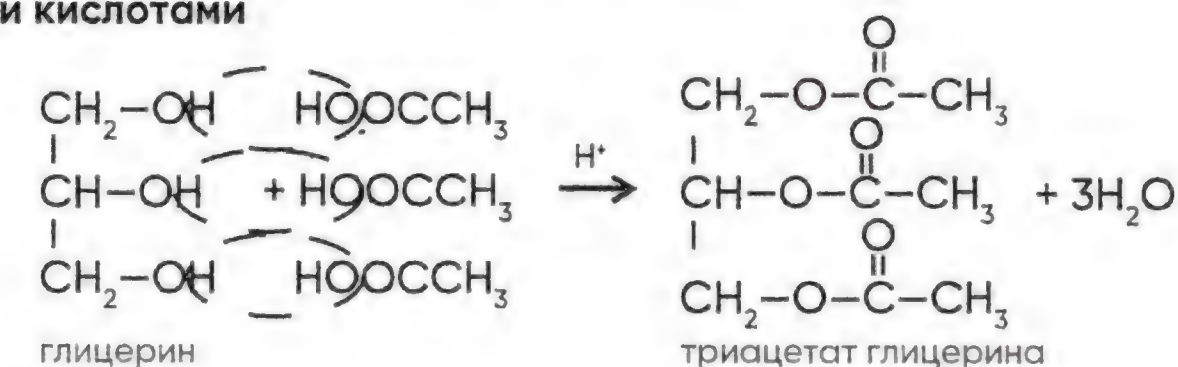
Качественная реакция

1. Взаимодействие с активными металлами

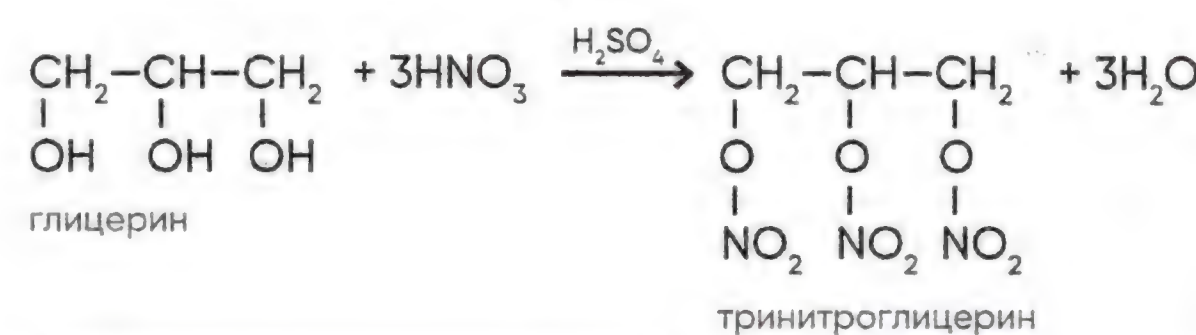


2. Реакция этерификации

а) с карбоновыми кислотами



б) взаимодействие с HNO₃



Обратите внимание!

тринитроглицерин — это сложный эфир азотной кислоты

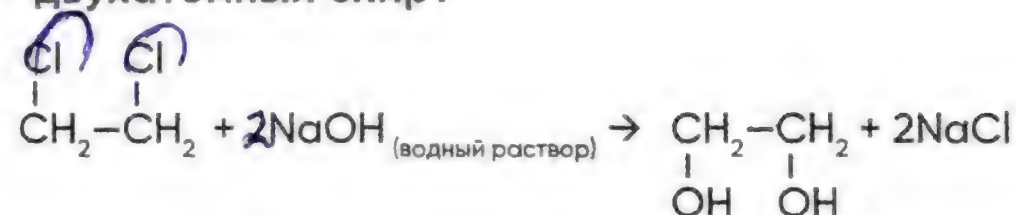
Тринитроглицерин (ТНГ)

- взрывчатое вещество (динамит)
- используется в огнестрельном оружии
- для добычи нефти
- сосудорасширяющее средство (лечение стенокардии)





б) дигалогеналкан – двухатомный спирт

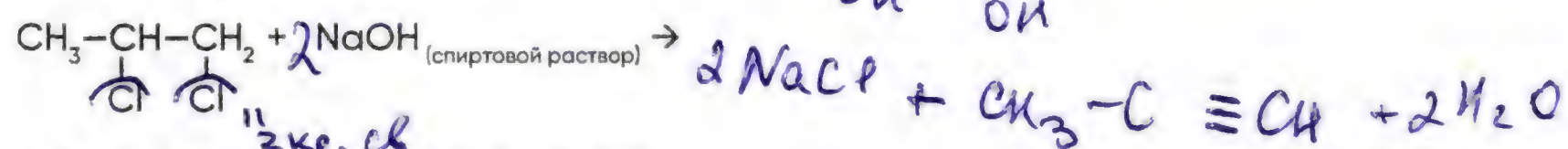
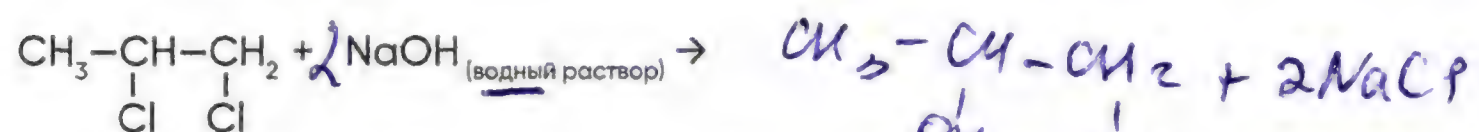


Обратите внимание!

а) моногалогеналкан

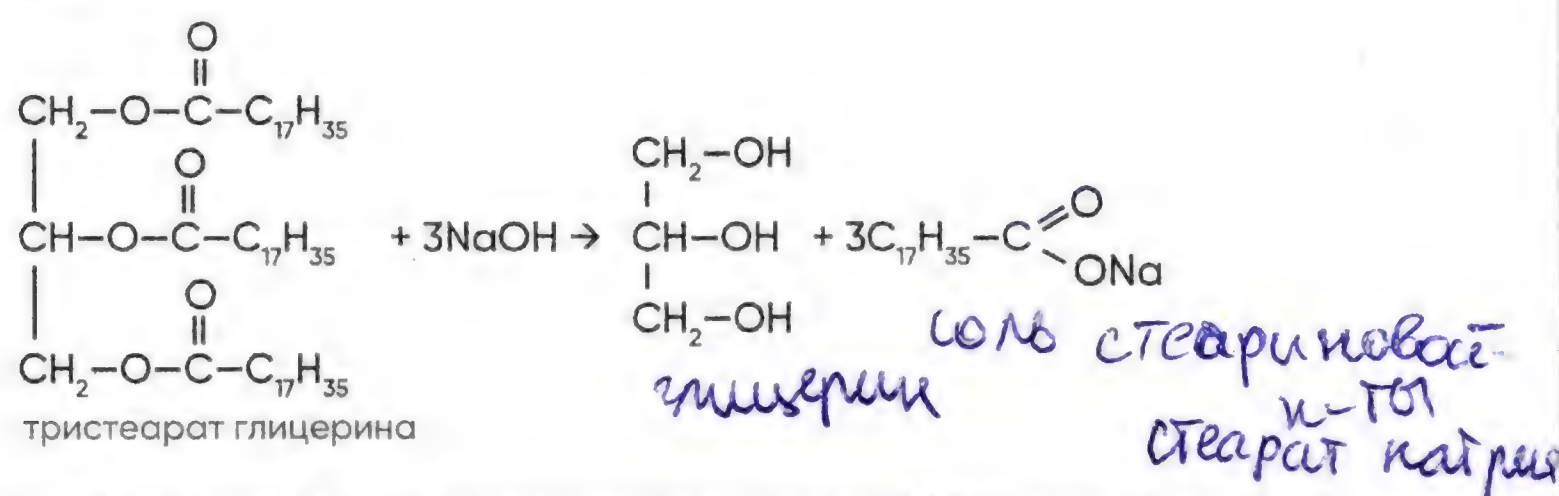
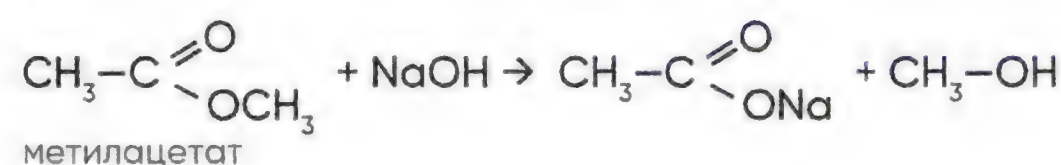


б) дигалогеналкан



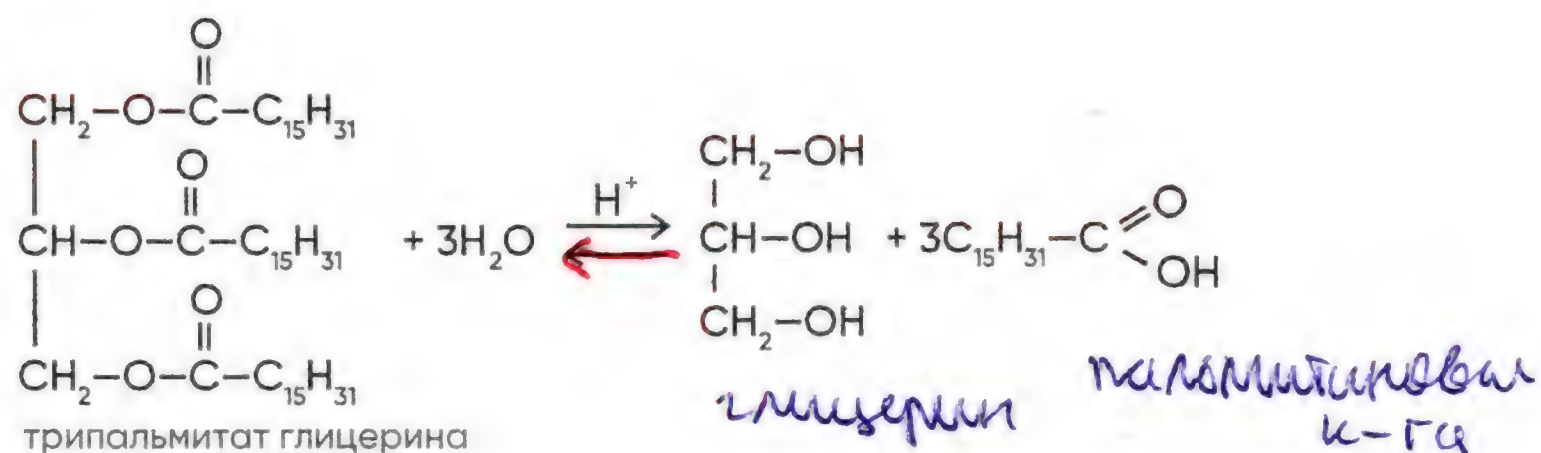
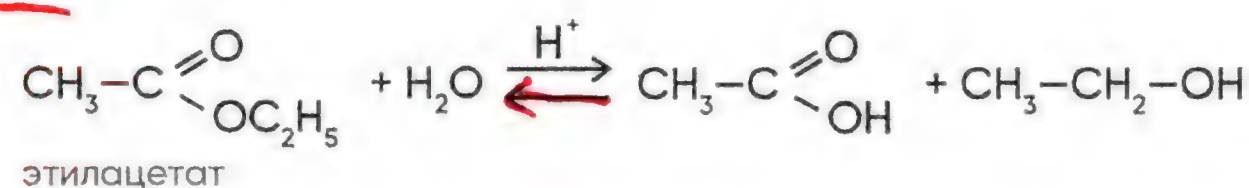
6. Гидролиз сложных эфиров

а) щелочной гидролиз

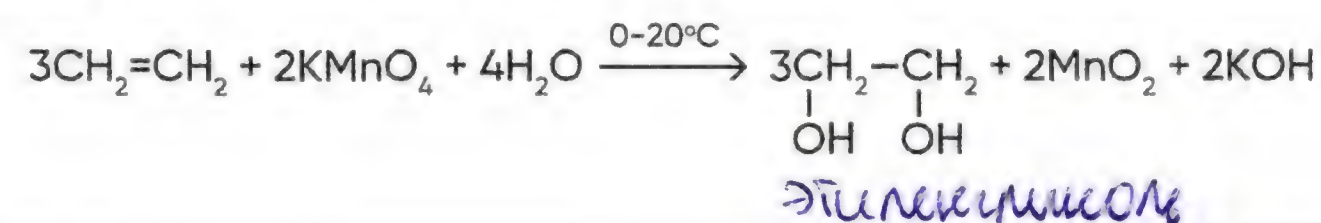


Омыление – это щелочной гидролиз жиров, в результате которого образуются глицерин и натриевая или калиевая соль высшей карбоновой кислоты.

б) кислотный гидролиз



7. Реакция Вагнера – окисление алкенов нейтральным раствором KMnO_4



Химические свойства одноатомных спиртов

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции замещения	1. Замещение атомов водорода в OH-группе (взаимодействие с активными металлами): Качественная реакция: $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ этилат натрия 2. Замещение OH-групп а) на атом галогена $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HBr} \xrightarrow{\text{t}} \text{C}_2\text{H}_5\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ бромэтан $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{PCl}_5 \xrightarrow{\text{t}} \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$ хлорэтан б) на аминогруппу (взаимодействие с аммиаком) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H-NH}_2 \xrightarrow{\text{t}} \text{C}_2\text{H}_5\text{-NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ этиламин
	1. Взаимодействие с органическими кислотами $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ этилацетат 2. Взаимодействие с азотной кислотой $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HONO}_2 \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ этилнитрат
Реакции этерификации (от лат. ether – эфир)	
Реакции дегидратации	1. Межмолекулярная $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+, \text{t} < 140^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ диэтиловый эфир 2. Внутримолекулярная $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \xrightarrow{\text{H}^+, \text{t} > 140^\circ\text{C}} \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ бутанол-2 бутен-2
Реакции окисления	1. Горение (полное окисление) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 2. Окисление первичных спиртов Качественная реакция: $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + [\text{O}] \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$ ацетальдегид $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{t}} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ Примечание: качественная реакция – окисление первичных спиртов оксидом меди (II) 3. Окисление вторичных спиртов $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array} + [\text{O}] \rightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ пропанол-2 ацетон (кетон) $\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array} + \text{CuO} \xrightarrow{\text{t}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ пропанол-2 пропанон (ацетон) Примечание: качественная реакция – окисление вторичных спиртов оксидом меди (II) 4. Окисление третичных спиртов Окисляются с трудом

Химические свойства многоатомных спиртов

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции замещения	1. Замещение атомов водорода в OH-группах (взаимодействие со щелочными металлами с выделением водорода) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow \text{CH}_2\text{ONa}-\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$ гликолят натрия
	2. Замещение OH-групп (взаимодействие с галогеноводородами) $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ 1,2-дихлорэтан
	3. Взаимодействие с галогенидами фосфора $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CHON} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 3\text{PCl}_5 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{Cl} \\ \\ \text{CHCl} \\ \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array} + 3\text{POCl}_3 + 3\text{HCl}$ глицерин 1,2,3-трихлорпропан
Реакции этерификации	1. Взаимодействие с азотной кислотой (нитрование) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 3\text{HO}-\text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O}-\text{NO}_2 \\ \\ \text{CH}-\text{O}-\text{NO}_2 \\ \\ \text{CH}_2-\text{O}-\text{NO}_2 \end{array} + 3\text{H}_2\text{O}$
	2. Взаимодействие с карбоновыми кислотами с образованием сложных эфиров (реакция этерификации) $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OOCCH}_3 \\ \\ \text{CH}_2-\text{OOCCH}_3 \end{array} + 2\text{H}_2\text{O}$ Примечание: продукты реакций – сложные эфиры неорганических или органических кислот
Реакция с гидроксидом меди (II) в щелочной среде	$2 \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{O} \\ \\ \text{CH}_2-\text{O} \end{array} \text{Cu} \begin{array}{c} \text{O}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{O}-\text{CH}_2 \end{array} + 2\text{H}_2\text{O}$ гликолят меди раствор тёмно-синего цвета Примечание: является качественной реакцией на многоатомные спирты
Внутри-молекулярная дегидратация	$\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_2=\text{CHCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ глицерин акролеин Примечание: акролеин – непредельный альдегид с характерным резким запахом
Реакции окисления	1. Мягкое окисление с CuO $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + 2\text{CuO} \xrightarrow{t^\circ} \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} + 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O}$ этиленгликоль глиоксаль (этандиаль)
	2. Горение $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2 + 2,5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

Задание 1 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, с которыми бутанол-2 не взаимодействует. Запишите номера выбранных ответов.

- ☒ 1. Na
☒ 2. NaOH (водн.)
☒ 3. HNO₃
☒ 4. KHCO₃
☒ 5. KMnO₄

Ответ: 24

Обратите внимание!
В КИМ 12 от 2 до 4 вариантов ответа!

Задание 2 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, с которыми взаимодействуют этанол, и глицерин. Запишите номера выбранных ответов.

- ☒ 1. HCl
☒ 2. Cu(OH)₂
☒ 3. K
☒ 4. FeCl₃
☒ 5. HCOOH

Ответ: 135

Задание 3 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, с которыми взаимодействует этандиол-1,2. Запишите номера выбранных ответов.

- ☒ 1. CuO
☒ 2. HBr
☒ 3. HNO₃
☒ 4. [Ag(NH₃)₂]OH
☒ 5. Cu(OH)₂

Ответ: 1235

Задание 4 (15 КИМ)

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Реагирующие вещества

Продукт реакции

- А. бутанол-1 $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ}$
 Б. бутанол-2 $\xrightarrow{\text{HCl}}$
 В. бутанол-2 $\xrightarrow{\text{KMnO}_4, (\text{H}^+)}$
 Г. бутанол-1 $\xrightarrow{\text{KMnO}_4, (\text{H}^+)}$

1. бутанон

2. бутен-1

3. бутен-2

4. 2-хлорбутан

5. 1,2-дихлорбутан

6. бутановая кислота

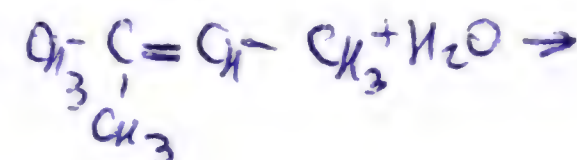
Ответ:

А	Б	В	Г
2	4	1	6

Задание 5 (15 КИМ)

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с водой в присутствии катализатора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Название вещества	Продукт гидратации
А. бутен-1	1. бутанол-1
Б. 2-метилбутен-2	2. 3-метилбутанол-2
В. ацетилен	3. этаналь
Г. этилен	4. бутанол-2
	5. 2-метилбутанол-2
	6. этанол

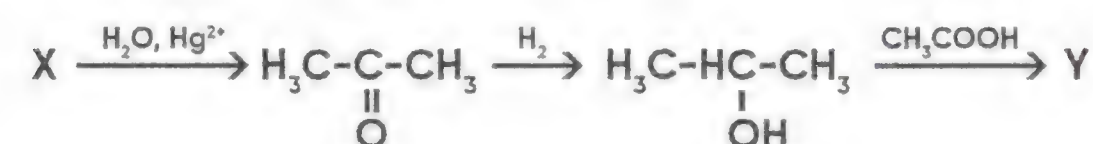


Ответ:

А	Б	В	Г
4	5	3	6

Задание 6 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- пропиловый эфир уксусной кислоты
- 2-хлорпропан
- изопропиловый эфир уксусной кислоты
- пропанол-2
- пропин

Ответ:

X	Y
5	3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Задание 7 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

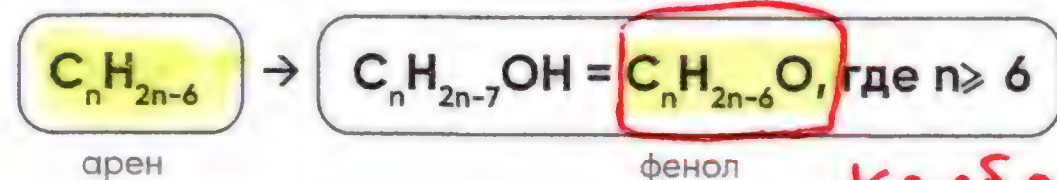
- $CH_3-CH_2-C(=O)H + H_2 \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-OH$
- $CH_3-CH_2-CH_2-OH \xrightarrow[>140^\circ C]{H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$
- $3CH_3-CH=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_3-CH(OH)-CH_2(OH) + 2KOH + 2MnO_2$
- $CH_3-CH(OH)-CH_2(OH) + 2HCl \rightarrow CH_3-CH(Cl)-CH_2(Cl) + 2H_2O$
- $CH_3-CH(Cl)-CH_2(Cl) + 2KOH \xrightarrow[изб.]{[спирт]} CH_3-C \equiv CH + 2KCl + 2H_2O$

Фенолы. Альдегиды и кетоны.

Фенолы

Фенолы — производные ароматических углеводородов, в молекулах которых OH- группы непосредственно связаны с бензольным кольцом.

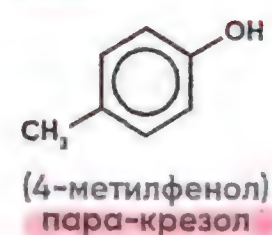
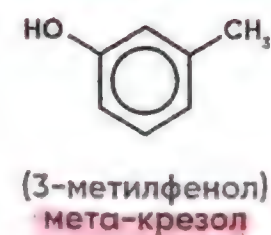
Общая формула фенолов с одной OH-группой:



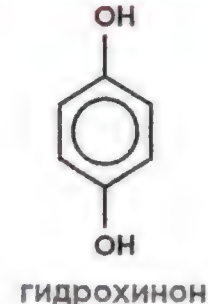
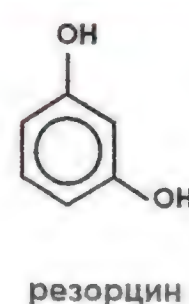
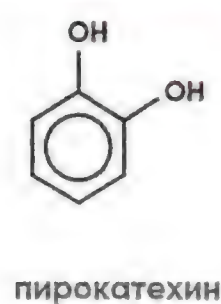
карболовая к-та

Классификация фенолов

• одноатомные



• двухатомные

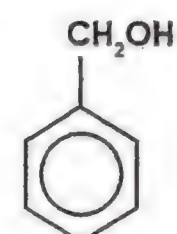


• многоатомные

Обратите внимание!



фенол

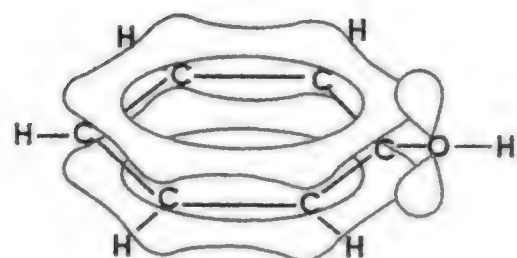
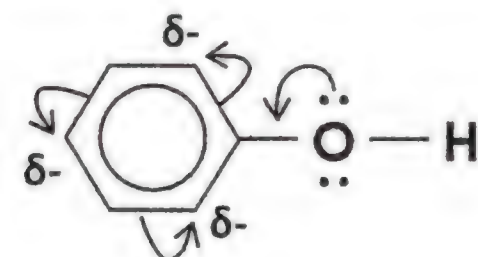


бензиловый спирт

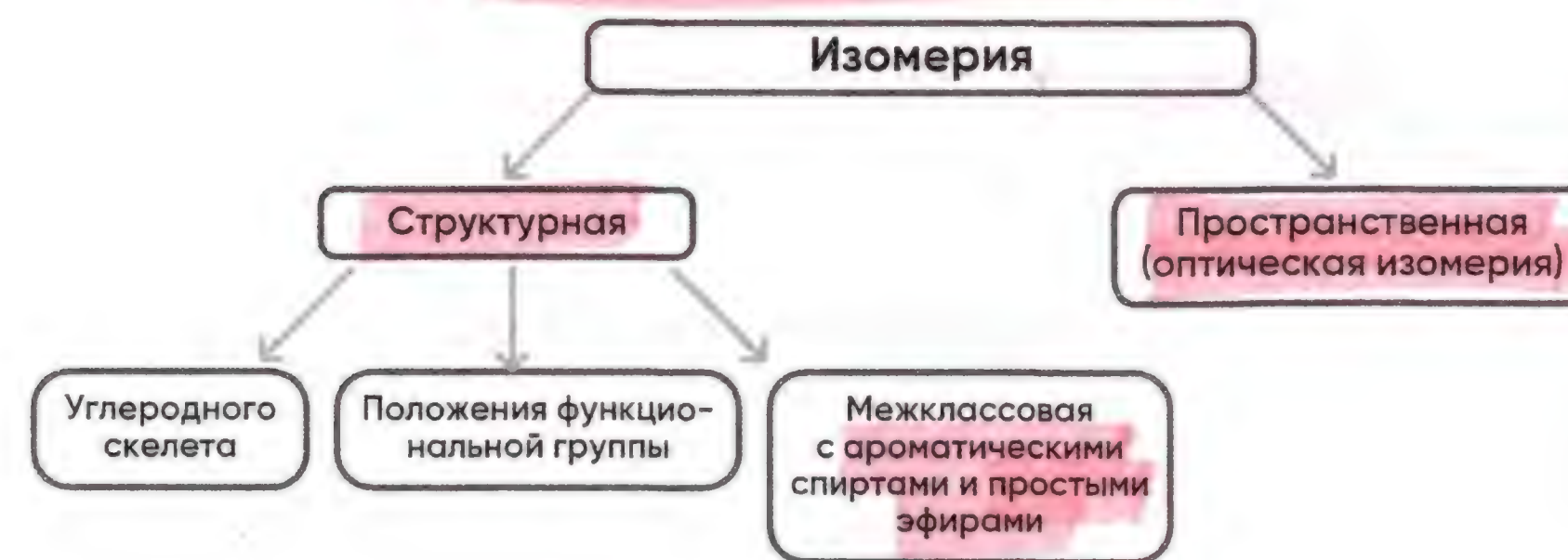
Не относится к классу фенолов!

Электронное и пространственное строение

Фенол — слабая кислота!



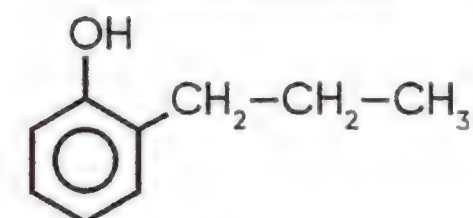
Виды изомерии фенолов



Изомерия Структурная

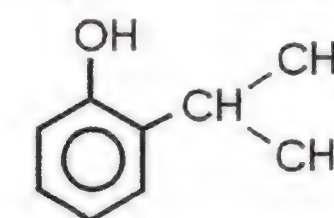
а) Углеродного скелета (боковой цепи)

Вещество



1-гидрокси-2-пропилбензол

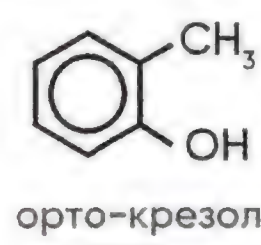
Изомеры



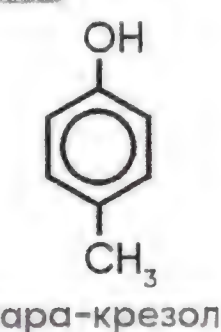
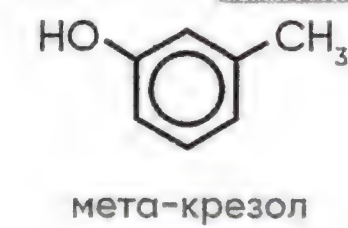
1-гидрокси-2-изопропилбензол

б) Положения функциональной группы

Вещество

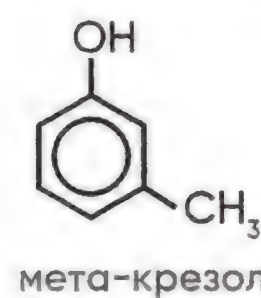


Изомеры

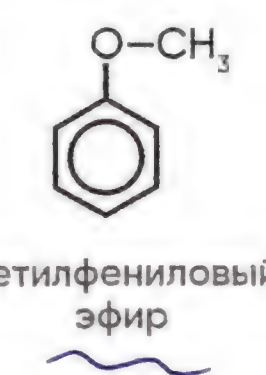
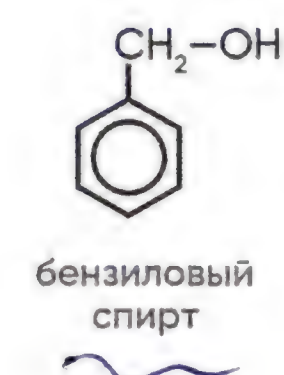


в) Межклассовая (с ароматическими спиртами и простыми эфирами)

Вещество



Изомеры

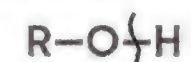


Физические свойства фенола

- бесцветные твёрдые кристаллы с характерным запахом
- малорастворим в воде
- обладает гигроскопичностью
- ядовит

Химические свойства

I. Реакции с разрывом связи (кислотные свойства)



1. Взаимодействие с активными металлами
2. Взаимодействие со щелочами
3. Взаимодействие с $FeCl_3$

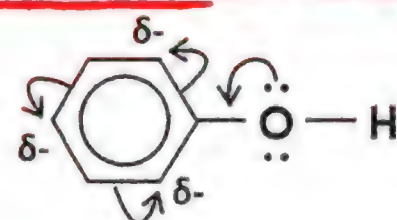
II. Реакции по бензольному кольцу

1. Галогенирование
2. Нитрование
3. Алкилирование
4. Восстановление
5. Поликонденсация

III. Окисление

1. Горение

Кислотные свойства

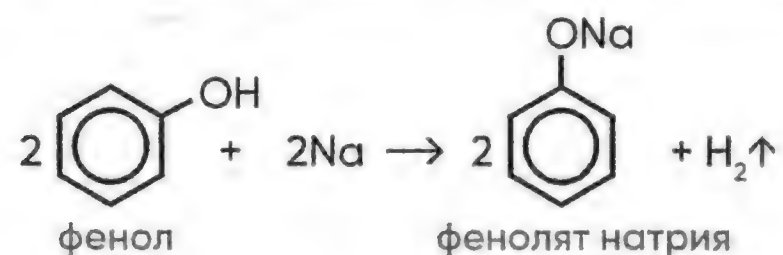


Фенол более сильная кислота, чем спирты и вода. Раствор фенола в воде называется "карболовая кислота".

Реакции с разрывом связи $R-O-H$

1. Взаимодействие с активными металлами

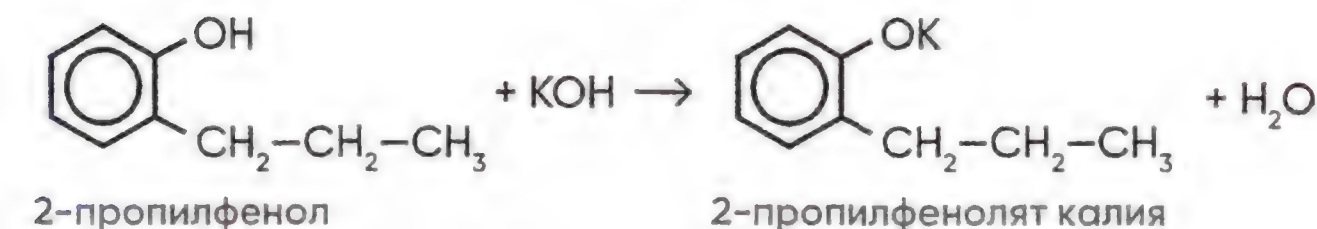
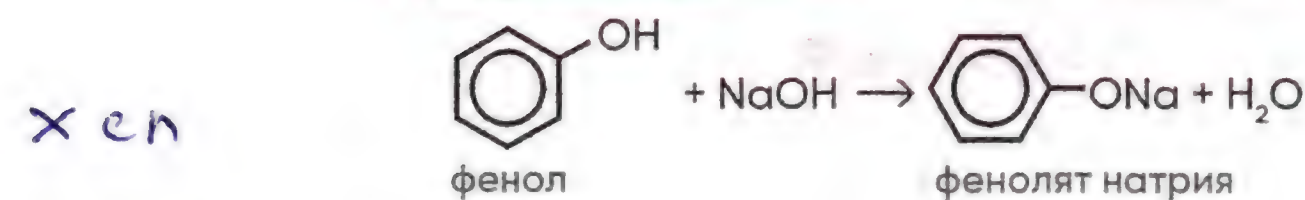
Качественная реакция – выделение пузырьков газа



Качественная реакция

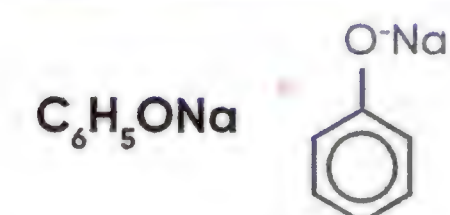
H_2

2. Взаимодействие со щелочами

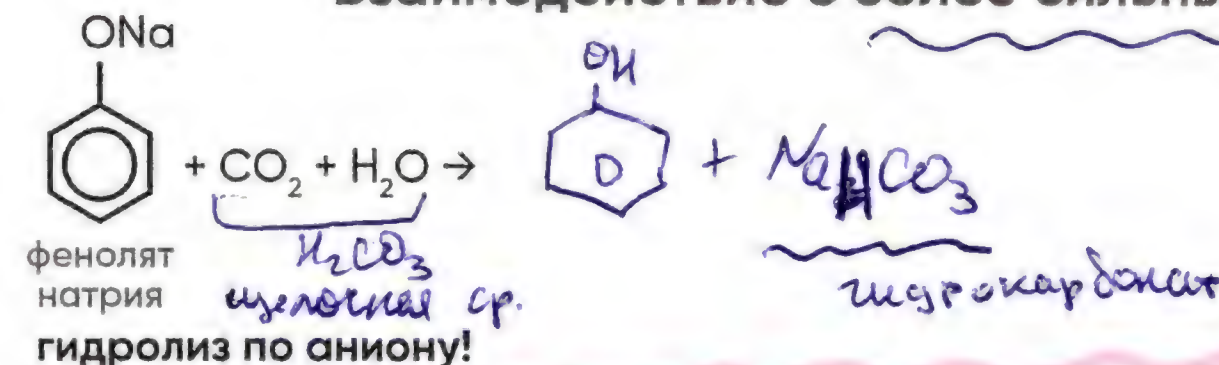


Особенности фенолятов

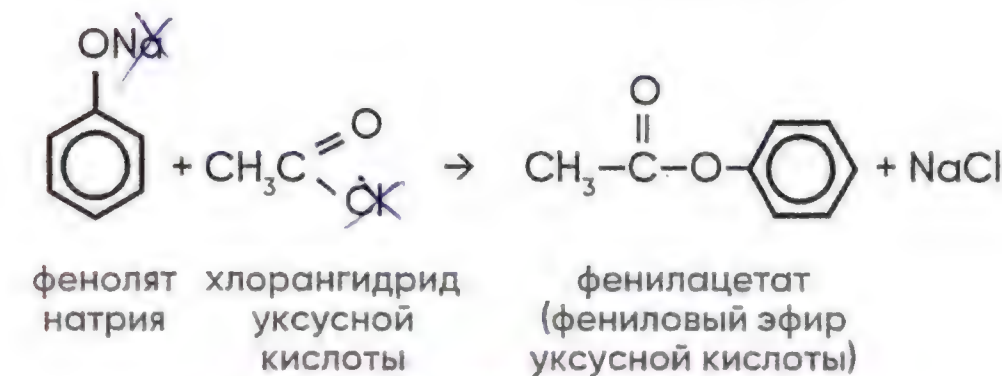
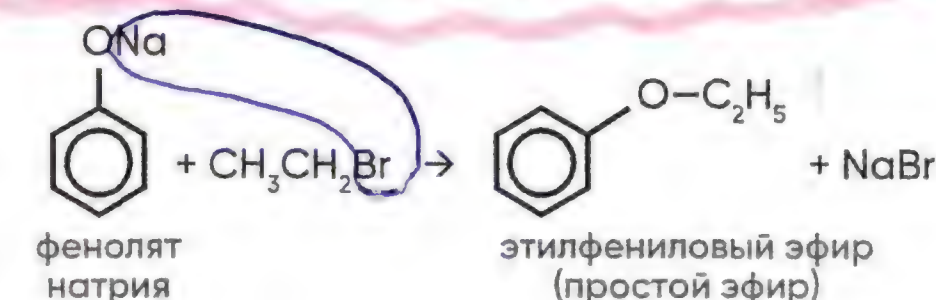
Феноляты – соли фенолов



Взаимодействие с более сильными кислотами:

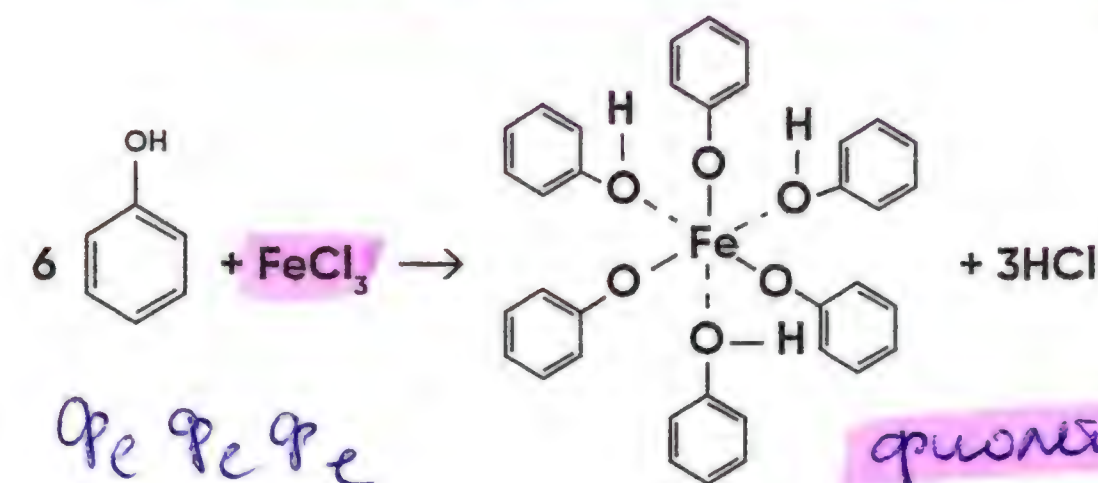


Получение эфиров фенола



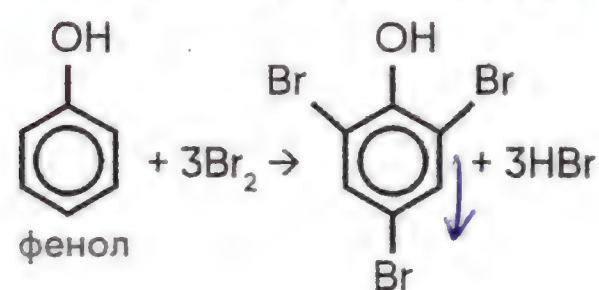
3. Взаимодействие с $FeCl_3$

Качественная реакция



Реакции по бензольному кольцу

1. Галогенирование

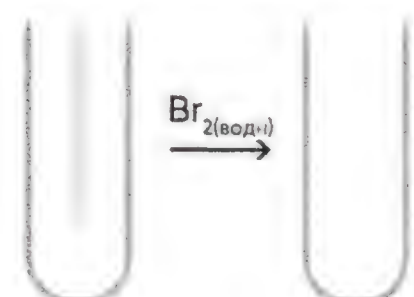


2,4,6-трибромфенол
белый осадок

Качественная
реакция

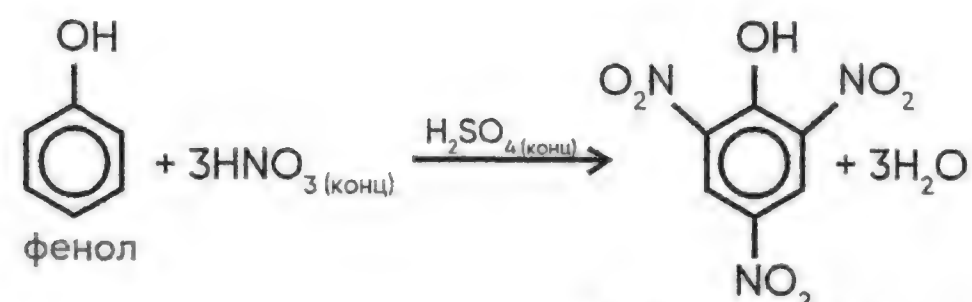
ОН – ориентант I рода
(орто- и пара-)

Качественная реакция –
обесцвечивание бромной воды



2. Нитрование

Условия: H_2SO_4 (конц)



2,4,6-тринитрофенол

2,4,6-тринитрофенол
(пикриновая кислота)

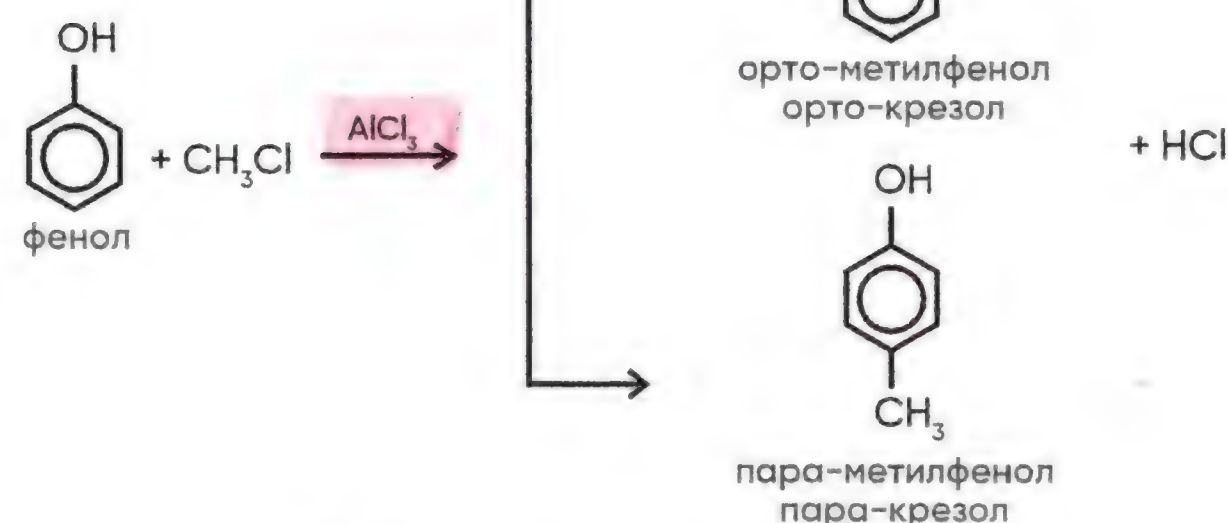
- осадок жёлтого цвета
с запахом горького миндаля

Применяется:

- взрывчатое вещество
- в металлургии
- в качестве фиксирующего раствора
- в качественном анализе

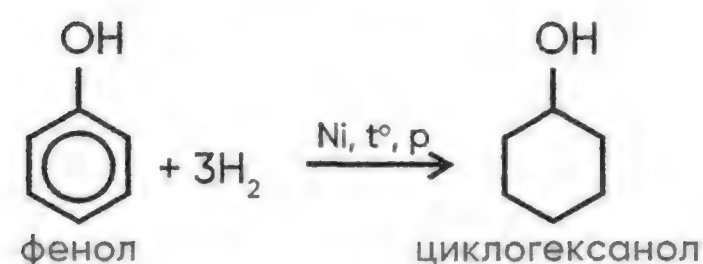
3. Алкилирование галогеналканами

Условия: AlCl_3 , FeBr_3



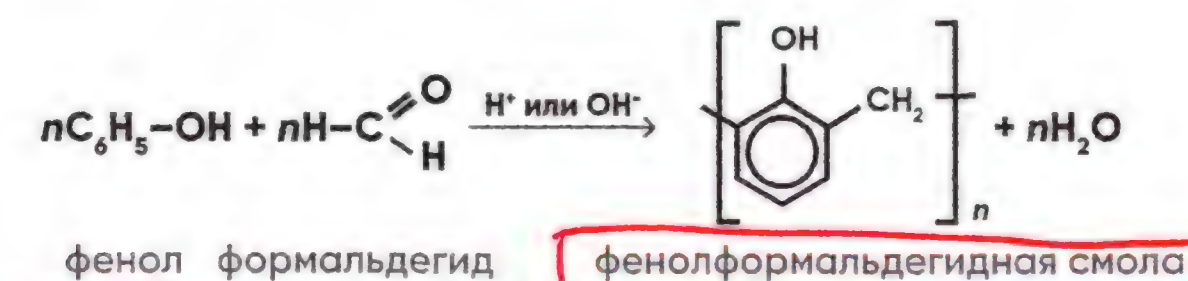
4. Восстановление

Условия: Ni, Pt, Pd, t° , p



5. Поликонденсация

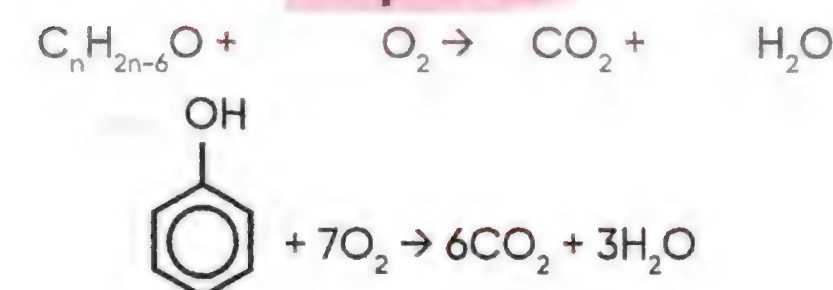
Поликонденсация – это реакция взаимодействия большого числа молекул мономера, в результате которой образуется полимер, сопровождающаяся образованием побочных низкомолекулярных веществ.



Фенолформальдегидная смола

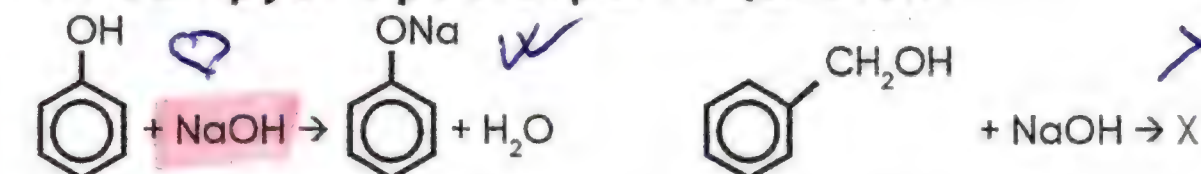
- производство пластмасс
- производство клеев, лаков, герметиков, подшипников, шаров для бильярда

Горение

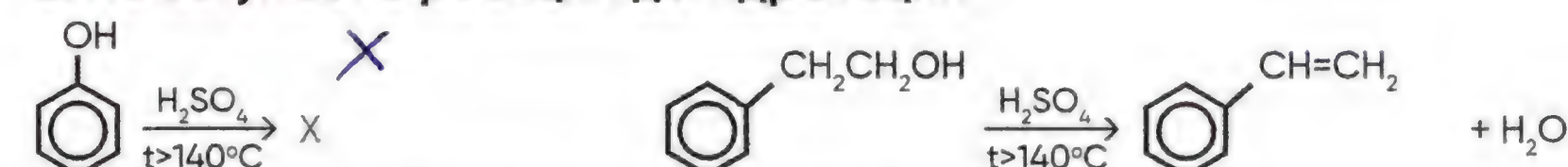


Отличия фенола от спиртов

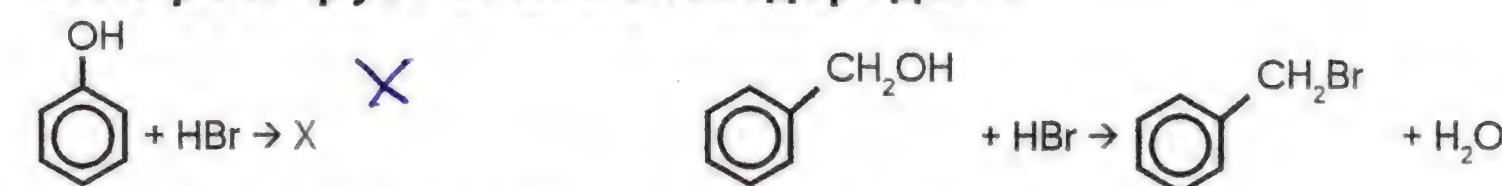
1. Реагирует с растворами щелочей



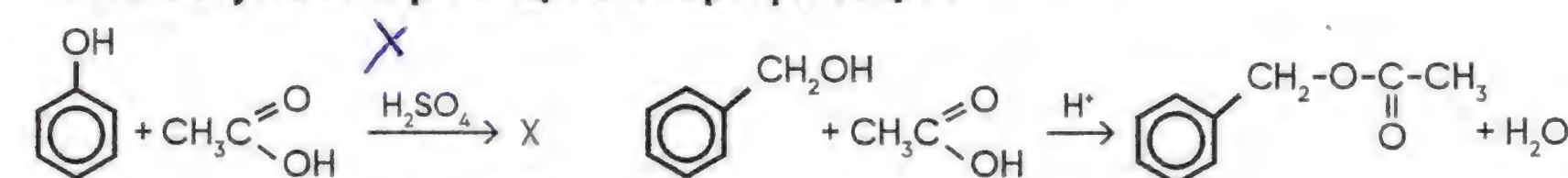
2. Не вступает в реакции дегидратации



3. Не реагирует с галогеноводородами



4. Не вступает в реакцию этерификации



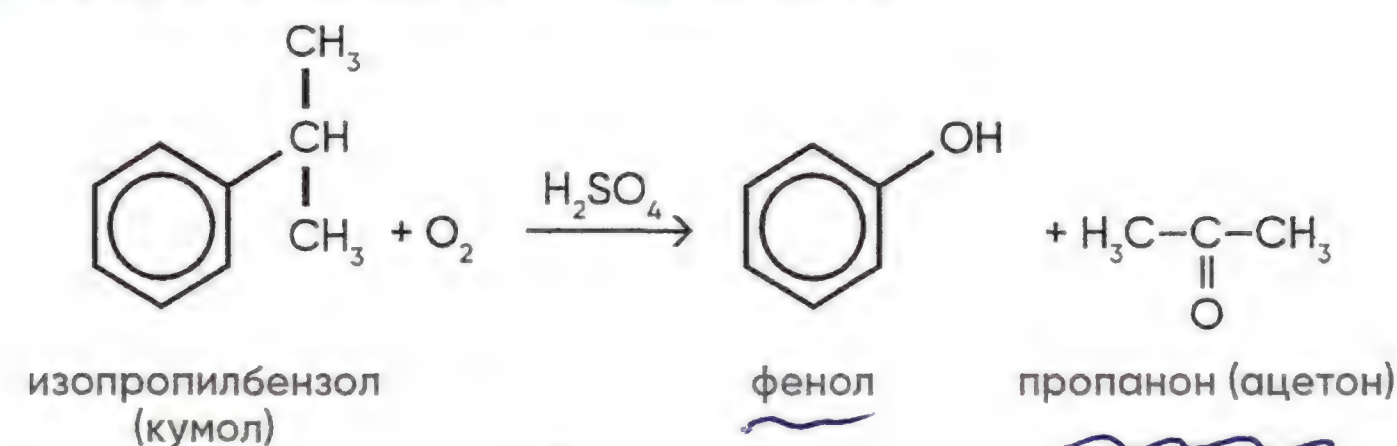
Кроме азотной

Получение фенолов

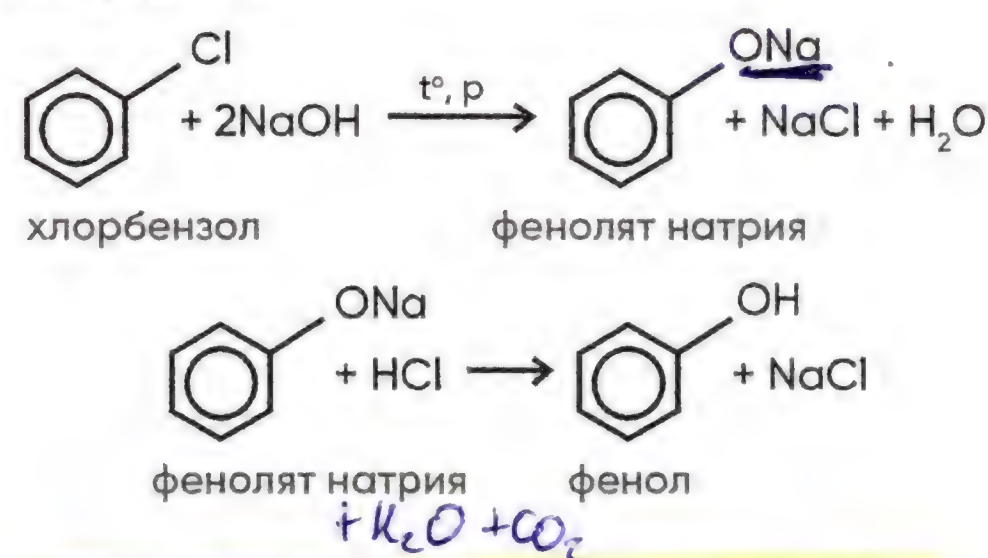
1. Из каменноугольной смолы (КУС)
2. Окисление изопропилбензола – кумольный способ
3. Щелочной гидролиз хлорбензола

1. Из каменноугольной смолы (КУС)

2. Окисление изопропилбензола — кумольный способ

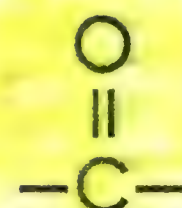


3. Щелочной гидролиз хлорбензола



Карбонильные соединения

Карбонильные соединения — органические вещества, содержащие в своём составе карбонильную группу.



Карбонильная группа

Альдегиды и кетоны

Альдегиды — соединения, у которых карбонильная группа непосредственно связана с атомом водорода.

Кетоны — соединения, у которых карбонильная группа связана с двумя углеводородными радикалами.

Карбонильные соединения

Альдегиды



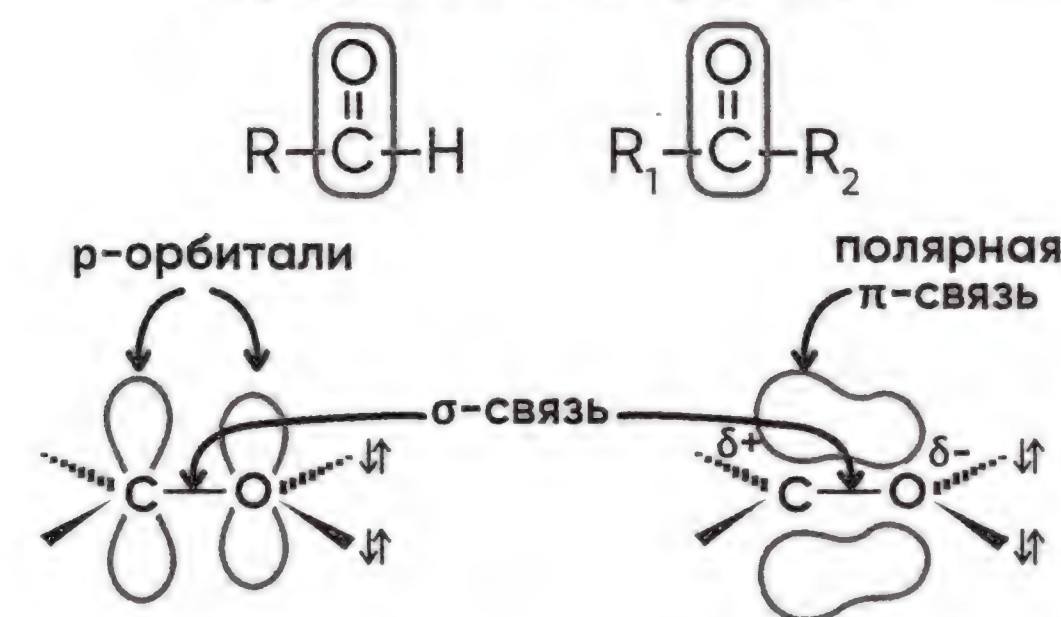
Кетоны



Общая формула:



Карбонильная группа



Тривиальные названия альдегидов

$H-C(=O)-H$	Метаналь, муравьиный альдегид, формальдегид
$CH_3-C(=O)-H$	Этаналь, уксусный альдегид, ацетальдегид
$CH_3-CH_2-C(=O)-H$	Пропаналь, пропионовый альдегид
$CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-H$	Бутаналь, масляный альдегид
$CH_2=CH-C(=O)-H$	Пропен-2-аль, акролеин
$O=C-C(=O)-H$	Глиоксаль
	Бензальдегид

Тривиальные названия кетонов

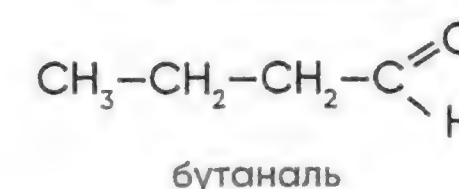
$CH_3-C(=O)-CH_3$	Пропанон, ацетон
$CH_3-C(=O)-C_6H_5$	Метилфенилкетон, ацетофенон
	Дифенилкетон, бензофенон

Виды изомерии альдегидов

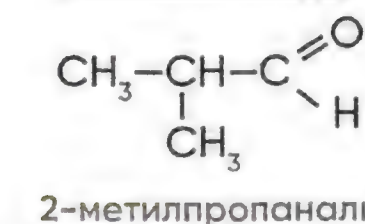
1. Структурная

а) Углеродного скелета

Вещество

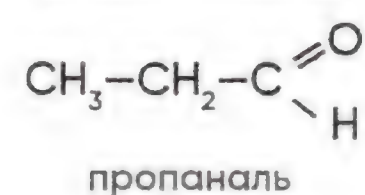


Изомеры



6) Межклассовая

Вещество



Изомеры

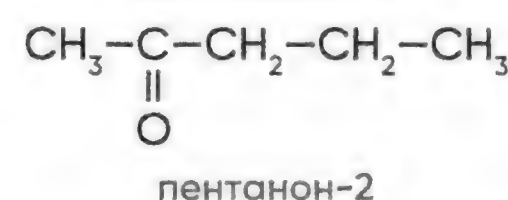
- Кетон $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$
пропанон
- Непредельный спирт $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
пропен-2-ол-1
- Непредельный эфир $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_3$
винилметилэфир

Виды изомерии кетонов

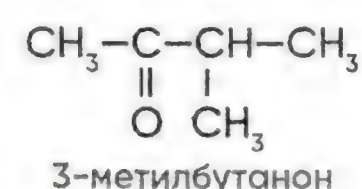
Структурная

а) Углеродного скелета

Вещество

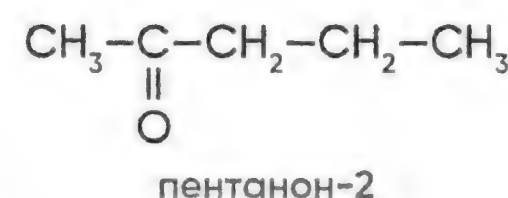


Изомеры

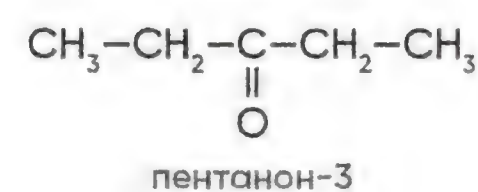


б) Положения функциональной группы

Вещество

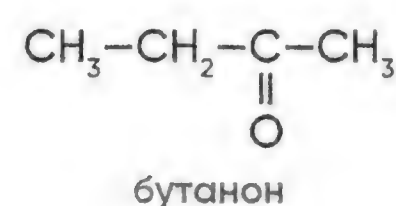


Изомеры



в) Межклассовая

Вещество



Изомеры

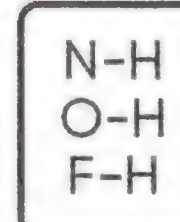
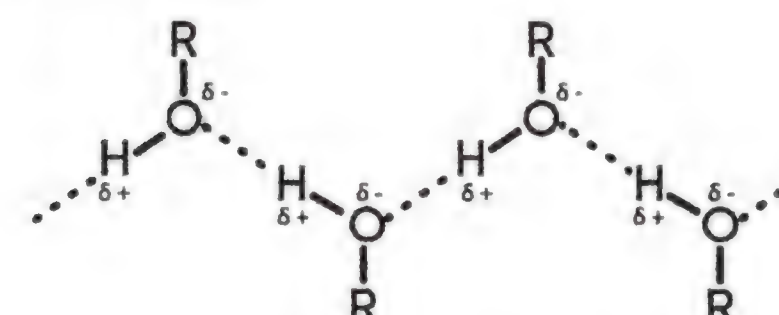
- Альдегид $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{H}$
бутаналь
- Непредельный спирт $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}=\text{CH}_2$
бутен-3-ол-2
- Непредельный эфир $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}_2$
винилэтиловый эфир

Физические свойства альдегидов

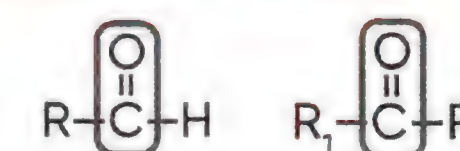
Название и агрегатное состояние	Температура кипения, °C	Температура кипения соответствующих спиртов, °C
формальдегид (газ)	-21	64,5
ацетальдегид (жидкость)	21	78
пропаналь (жидкость)	49	97
бензальдегид (жидкость)	179	205

Большинство альдегидов при н.у. – жидкости, кроме формальдегида. Формальдегид при н.у. – газ!

Спирты



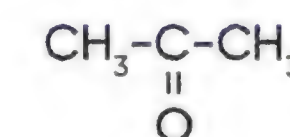
Водородных связей нет!



Физические свойства кетонов

Не встречаются в газообразном состоянии при нормальных условиях.

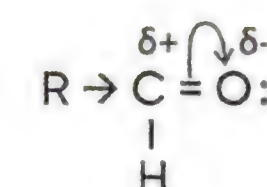
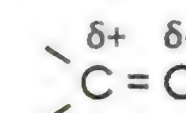
Низшие кетоны – бесцветные жидкости с резким запахом, хорошо растворимы в воде. Ацетон применяется в качестве растворителя лаков, красок.



Высшие кетоны – твёрдые, легкоплавкие вещества. Высшие альдегиды и кетоны применяются в парфюмерии.

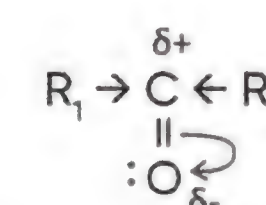
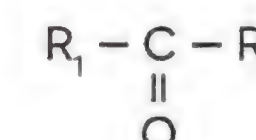
Электронное строение карбонильной группы

Альдегиды:



Полярность связи уменьшается

Кетоны:



Полярность связи ещё больше уменьшается

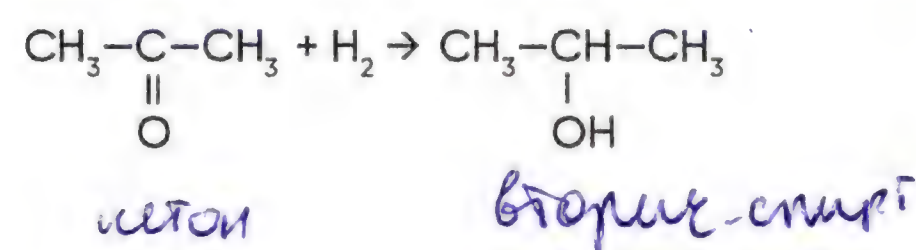
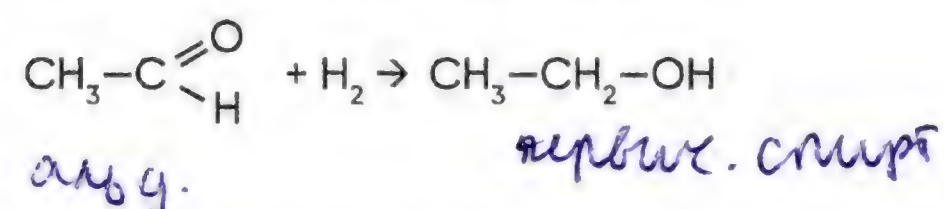
Химические свойства

- | | | | |
|--|--|---|--|
| I. Реакции присоединения
1. Гидрирование
2. Присоединение гидросульфита натрия
3. Присоединение синильной кислоты
4. Присоединение воды
5. Присоединение спиртов | II. Реакции окисления (только для альдегидов)
1. Жёсткое окисление перманганатом калия
2. Реакция «серебряного зеркала»
3. Реакция с $\text{Cu}(\text{OH})_2$
4. Горение (для альдегидов и кетонов)
5. Окисление бромной водой | III. Реакции замещения
1. Галогенирование в α -положение | IV. Реакции полимеризации и поликонденсации
1. Реакция полимеризации
2. Реакция поликонденсации |
|--|--|---|--|

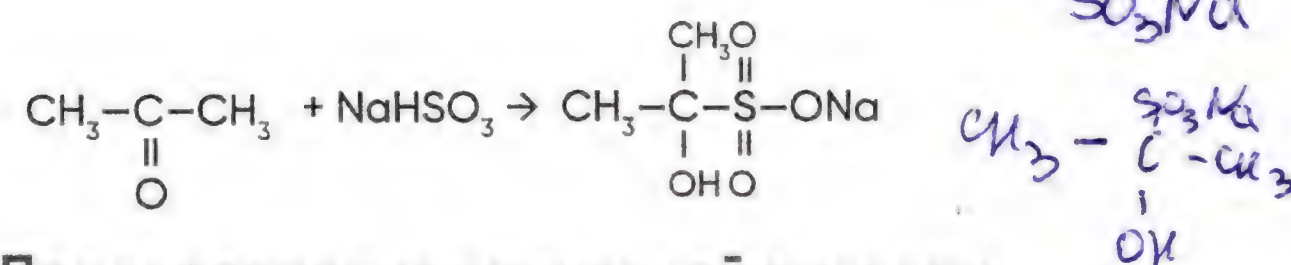
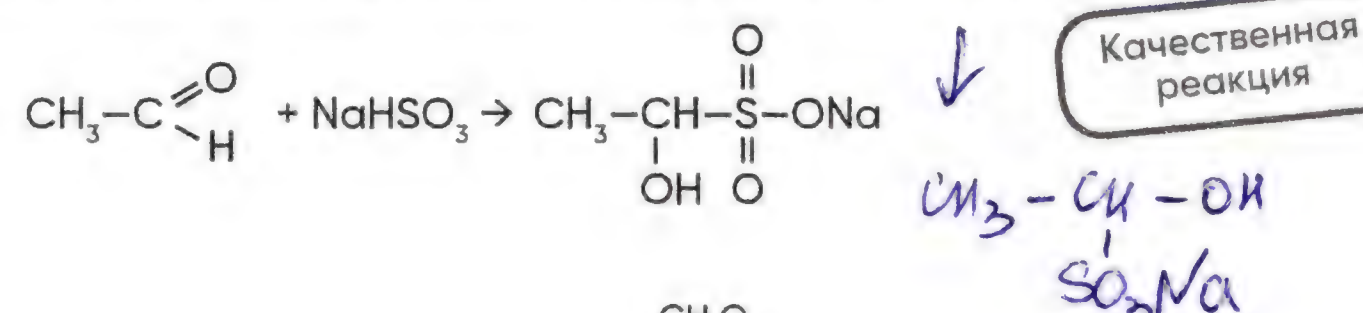
Реакции присоединения

1. Гидрирование

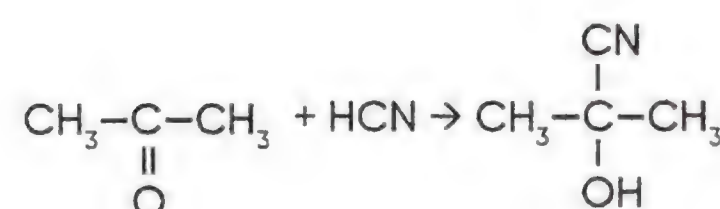
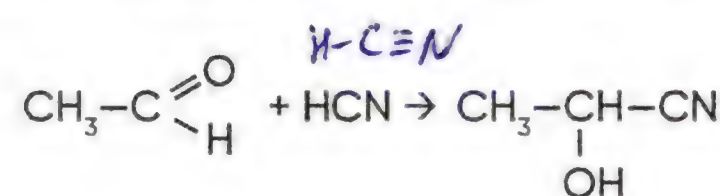
Катализатор: Ni, Pt, Pd; t° , p



2. Присоединение гидросульфита натрия

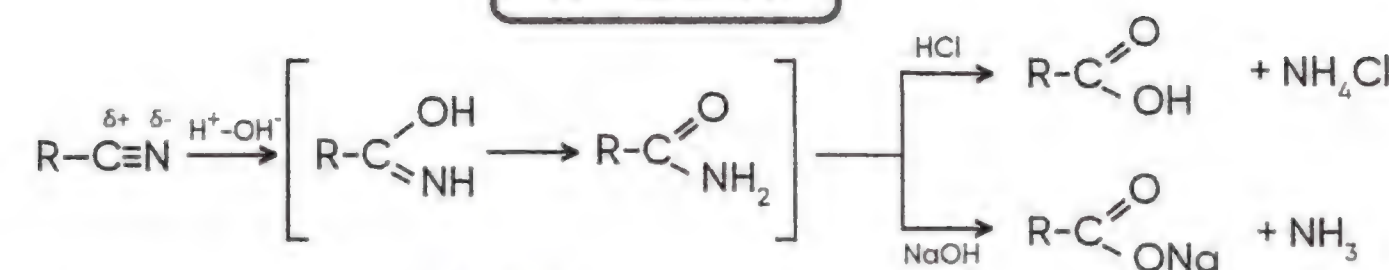


3. Присоединение синильной кислоты

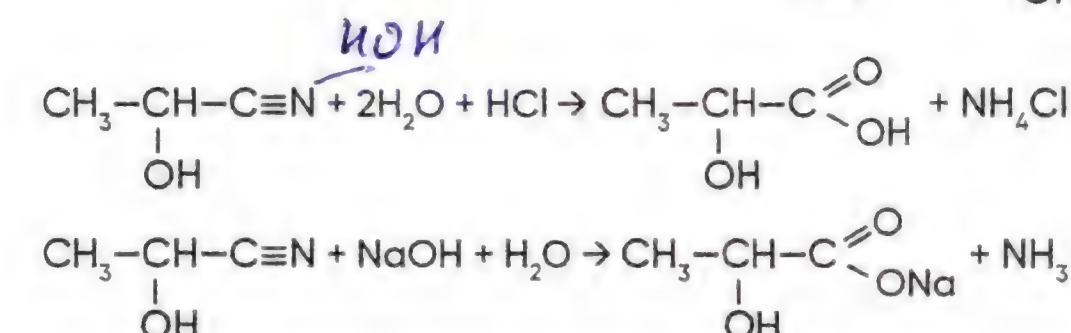


Синильная кислота – бесцветная, летучая, ядовитая жидкость с запахом горького миндаля

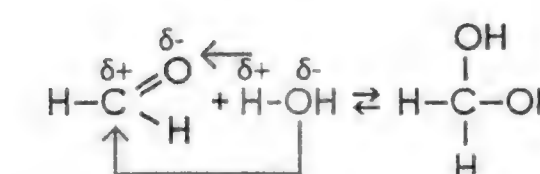
Нитрилы



Гидроксинитрилы:



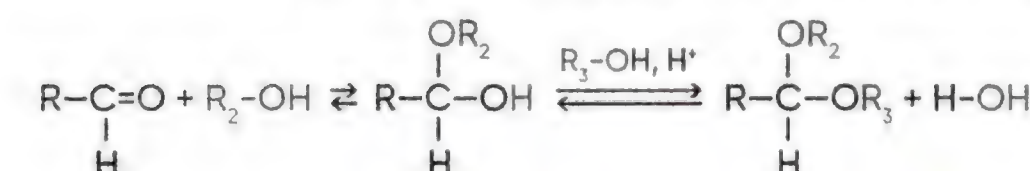
4. Присоединение воды



Обратите внимание!

Сами реакции не надо будет писать на ЕГЭ, но знать, что эти вещества взаимодействуют, нужно

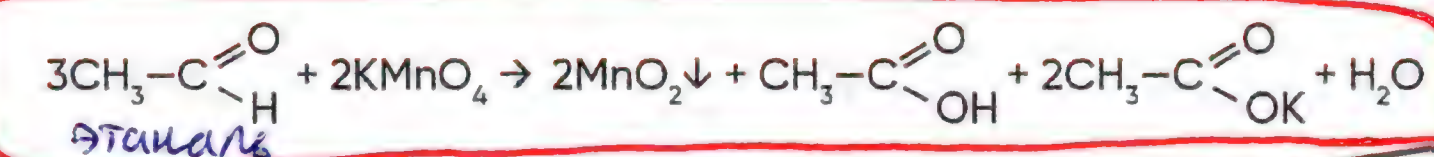
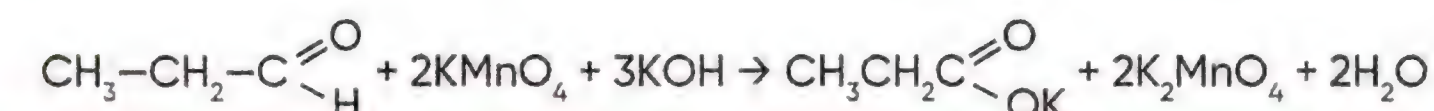
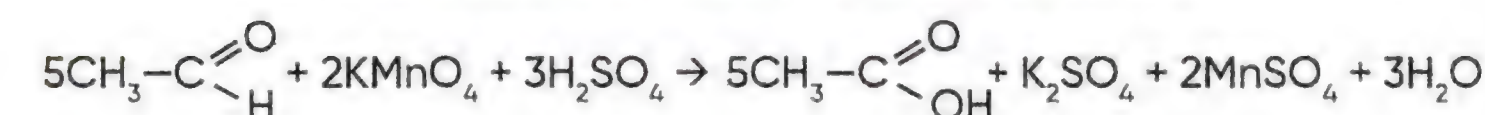
5. Присоединение спиртов



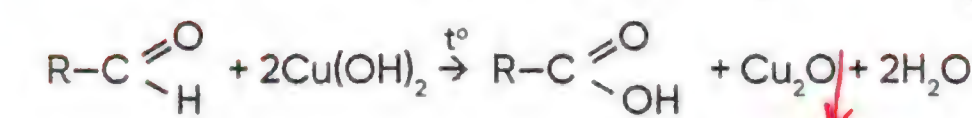
Реакции с HCN и с NaHSO_3 не нужны на ЕГЭ!

Реакции окисления

1. Жёсткое окисление альдегидов

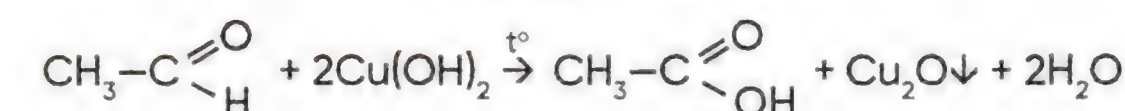


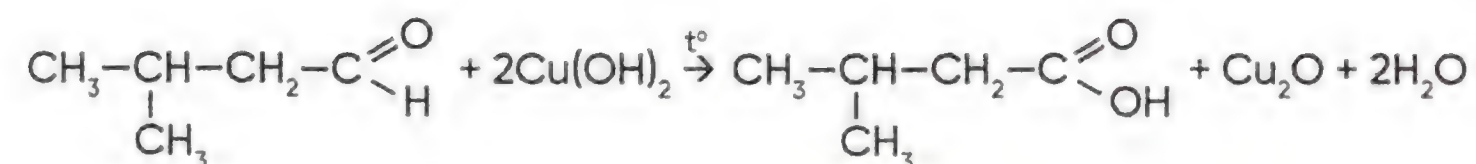
2. Реакция с $\text{Cu}(\text{OH})_2$



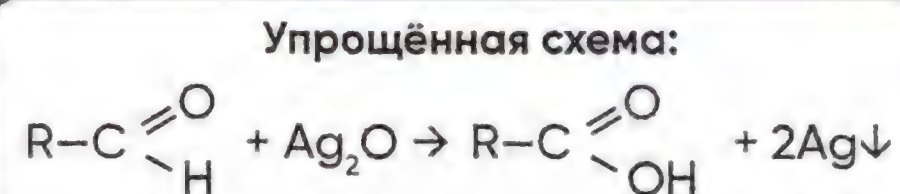
качественная реакция

образование красно-коричневого осадка





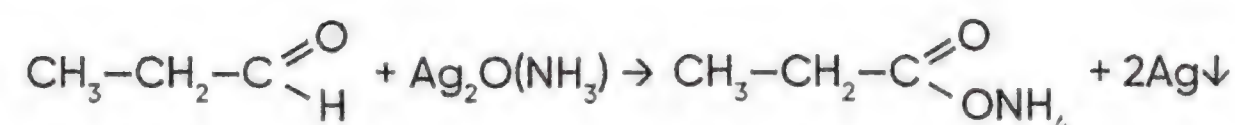
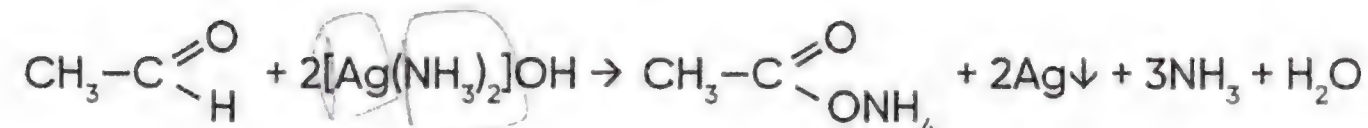
3. Реакция «серебряного зеркала»



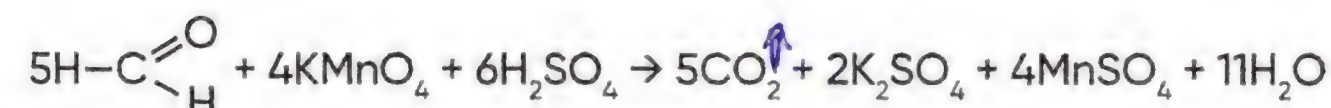
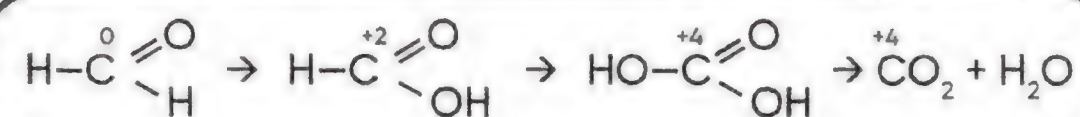
Качественная реакция

Обратите внимание!
На ЕГЭ писать реакцию по упрощённой схеме нельзя!

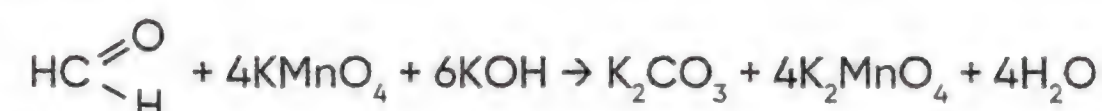
на стенках пробирки образуется осадок серебра – «зеркало»



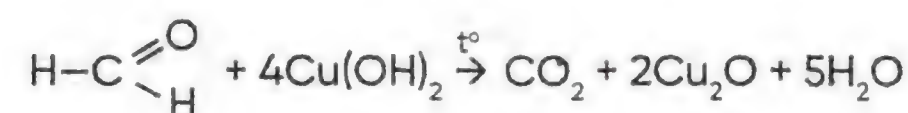
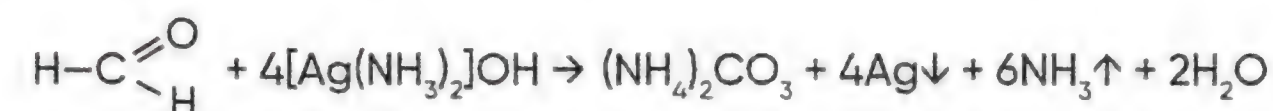
Окисление метанола



обесцвечивание раствора

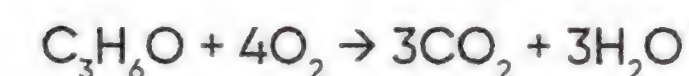
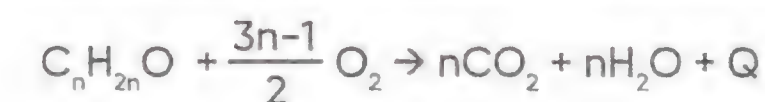


изменение окраски раствора с малиновой на зелёную

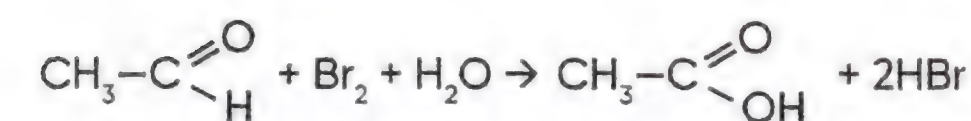


4. Горение

Характерно как для альдегидов, так и для кетонов



5. Окисление бромной водой



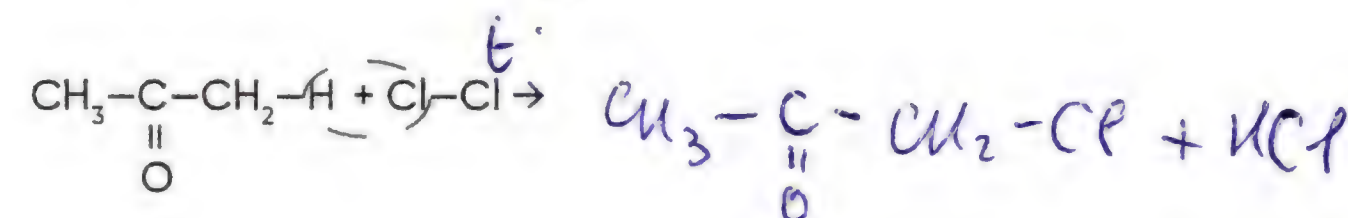
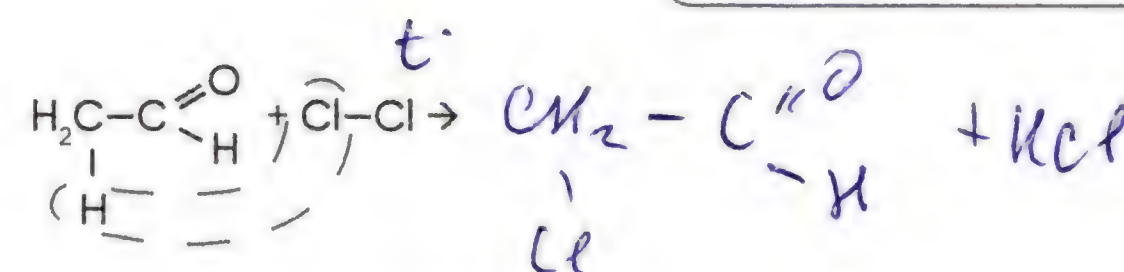
Качественная реакция

Реакции замещения

1. Хлорирование в α-положение

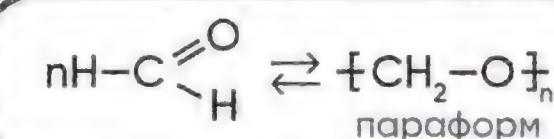
Условия:

Катализатор: $t = 400^\circ\text{C}$ или $h\nu$



Реакции полимеризации и поликонденсации

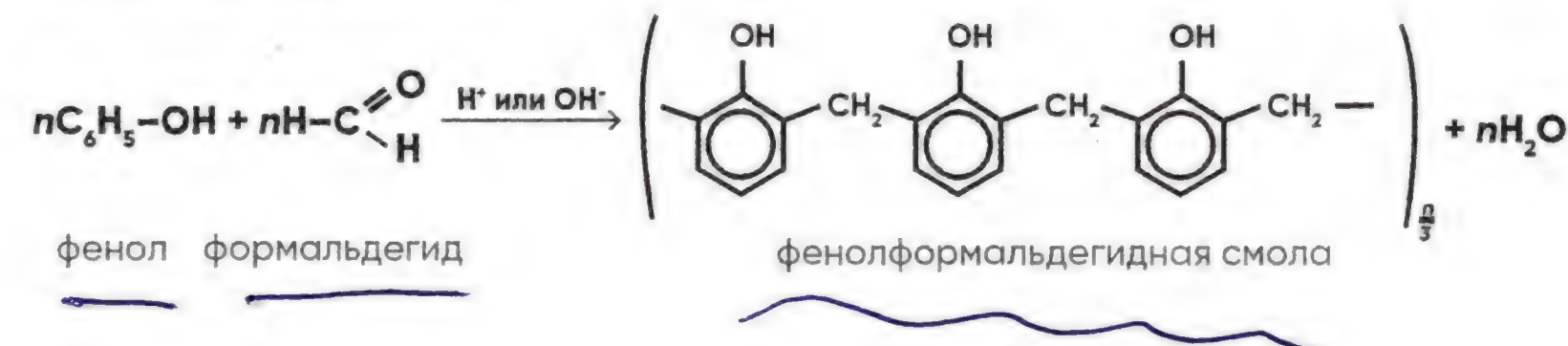
1. Полимеризация (характерна для альдегидов)



из формальдегида

2. Поликонденсация

– это реакция взаимодействия большого числа молекул мономера, в результате которой образуется полимер, сопровождающаяся образованием побочных низкомолекулярных веществ.



Получение альдегидов и кетонов

В лаборатории:

1. окисление спиртов под действием CuO
2. щелочной гидролиз дигалогеналканов
3. пиролиз солей карбоновых кислот

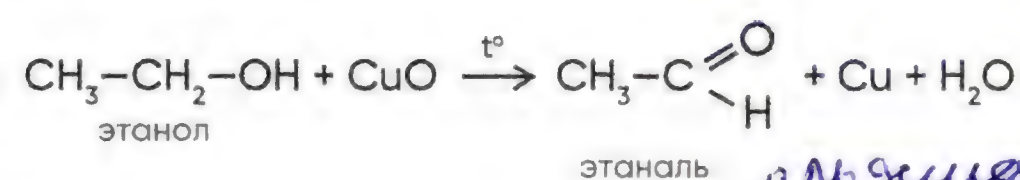
В промышленности:

1. окисление метана
2. окисление метанола
3. гидратация алкинов
4. каталитическое окисление алкенов кислородом воздуха
5. каталитическая дегидратация спиртов
6. кумольный способ

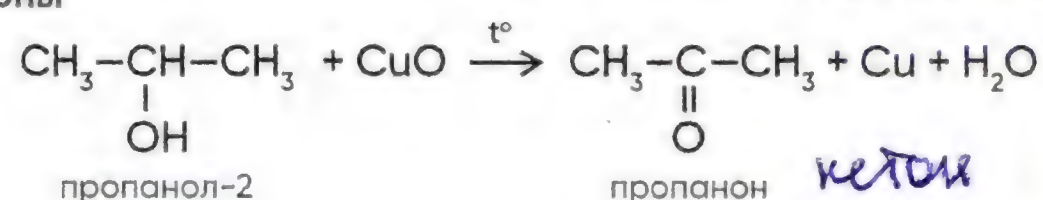
Лабораторные способы

1. Окисление спиртов под действием CuO

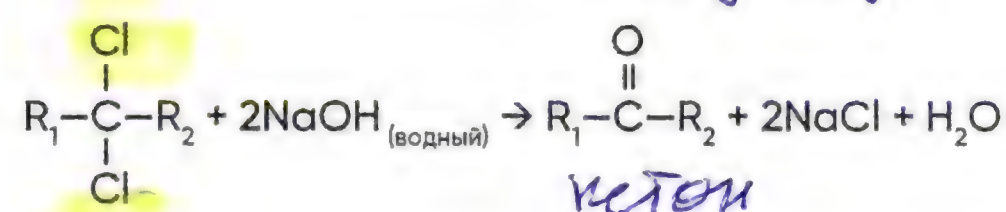
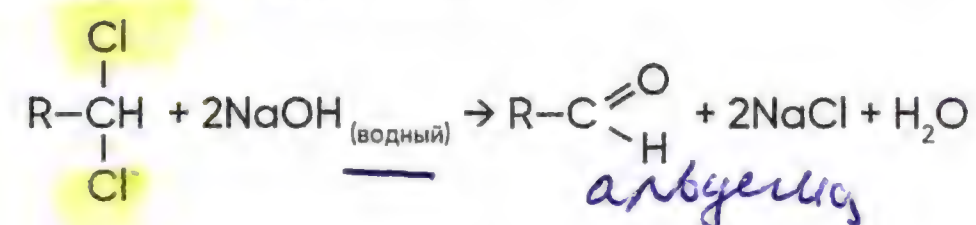
а) из первичных спиртов — альдегиды



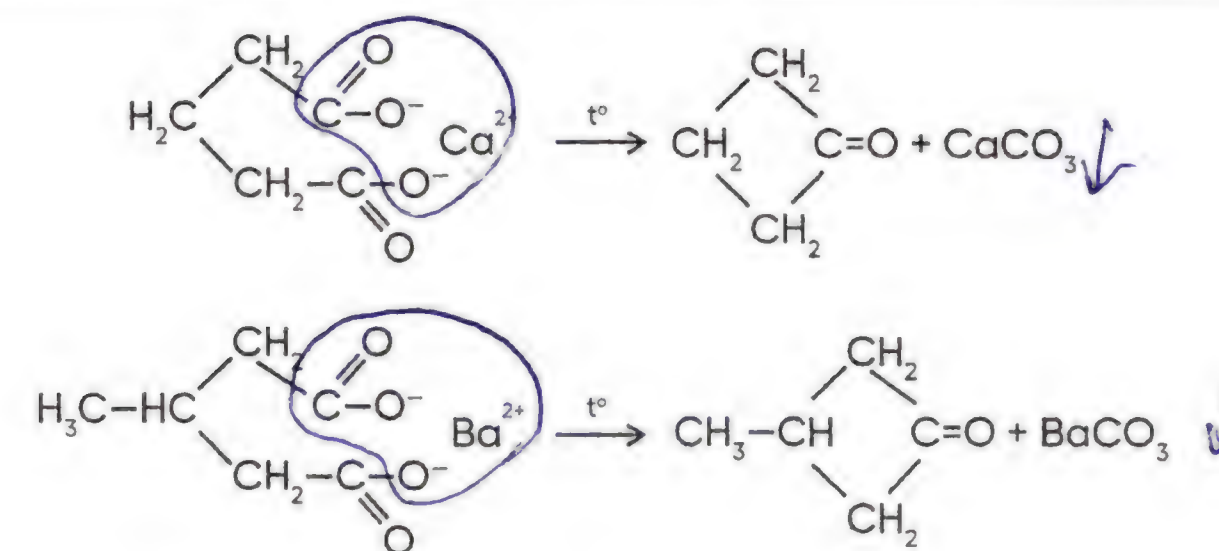
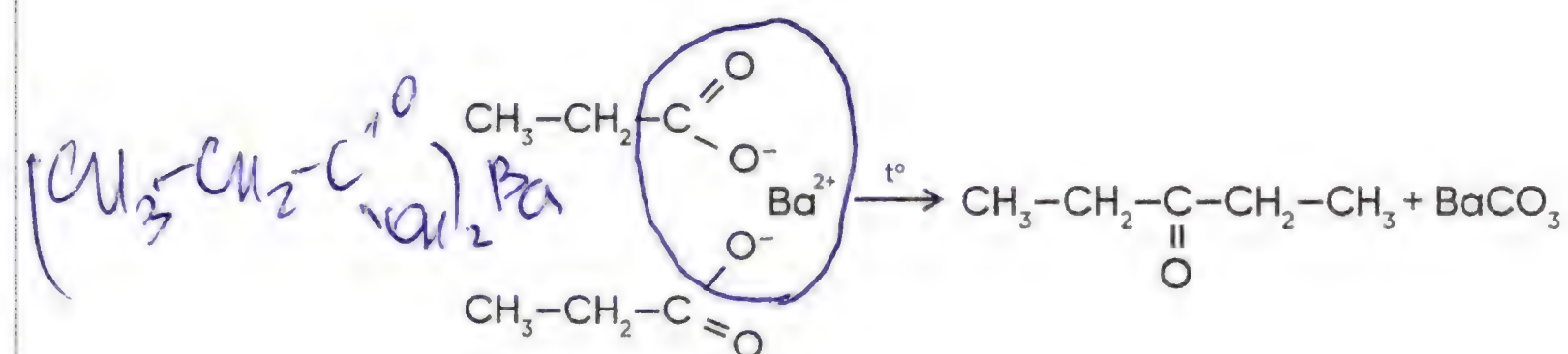
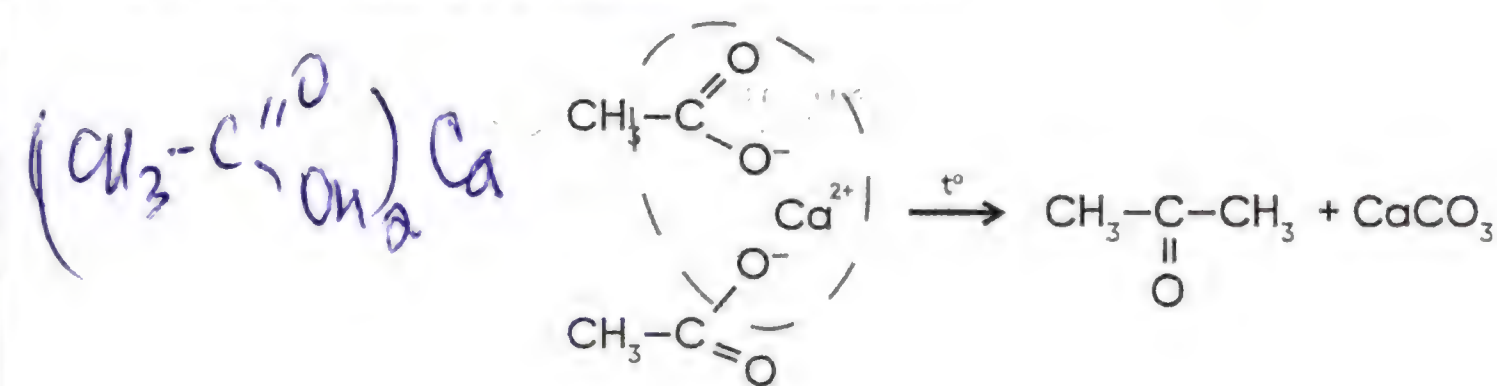
б) из вторичных — кетоны



2. Щелочной гидролиз дигалогеналканов



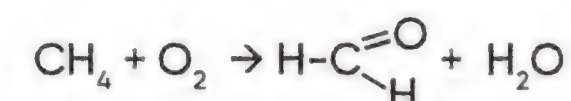
3. Пиролиз солей карбоновых кислот



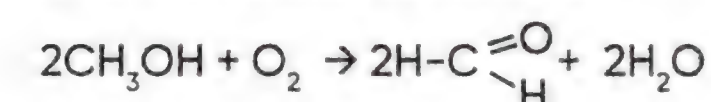
Промышленные способы

1. Окисление метана

Условия: 500°C

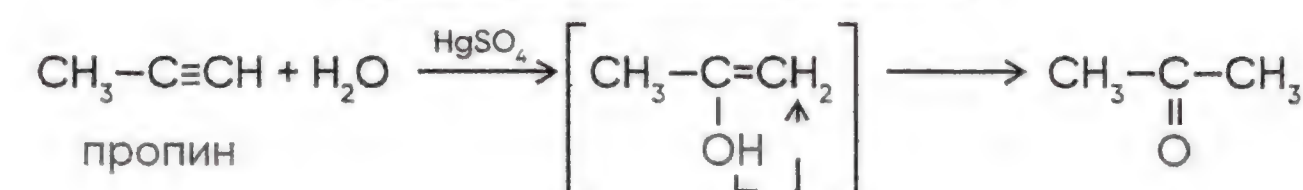


2. Окисление метанола



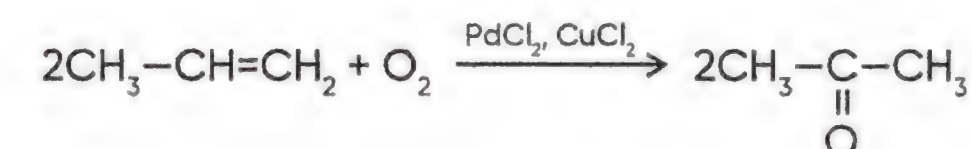
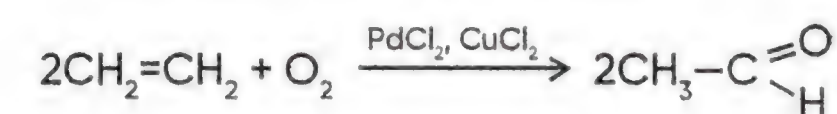
3. Гидратация алкинов

Катализатор: соли ртути (Hg^{2+})



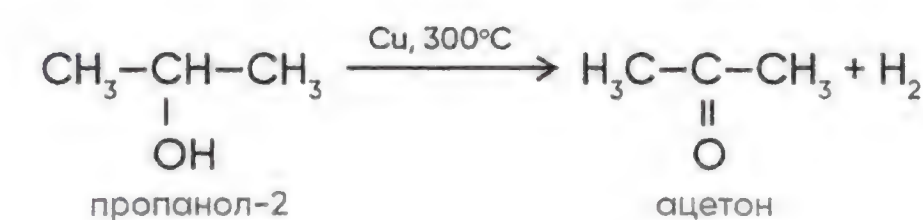
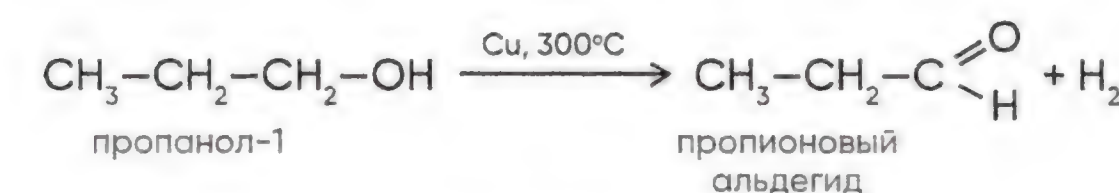
4. Каталитическое окисление алкенов кислородом воздуха

Катализаторы: CuCl_2 / PdCl_2

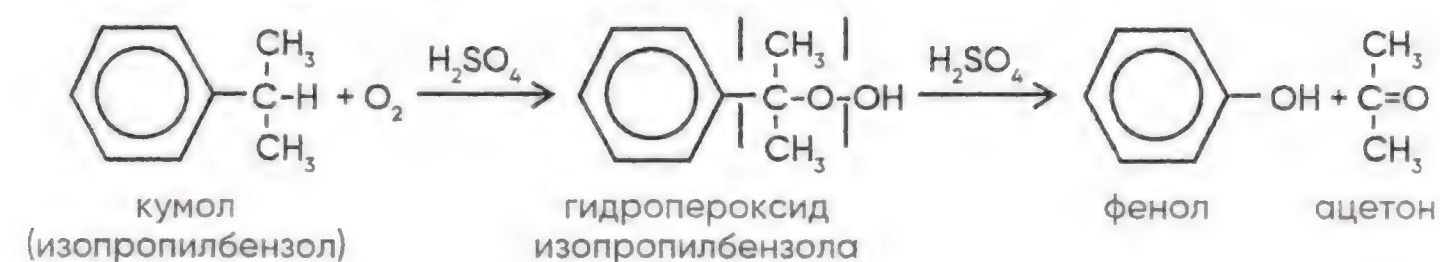


5. Каталитическое дегидрирование спиртов

Катализатор: Cu , Ag , t



6. Кумольный способ получения ацетона

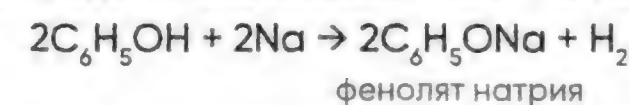


Химические свойства фенола и фенолятов

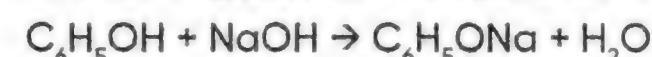
Тип реакции

Уравнение реакции

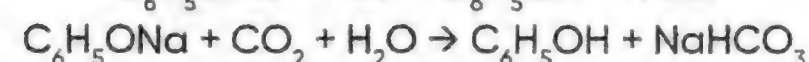
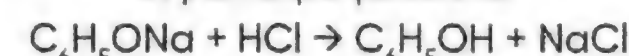
1. Взаимодействие с щелочными металлами



2. Взаимодействие со щелочами



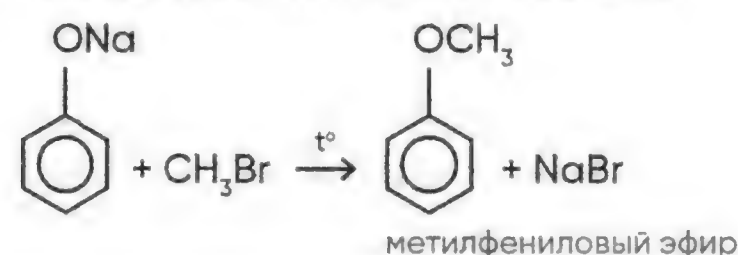
Растворы минеральных кислот и даже угольная кислота ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) вытесняют фенол (как более слабую кислоту) из раствора фенолята:



Ацилирование: взаимодействие фенолята натрия с галогенангидридами кислот с образованием сложных эфиров



Алкилирование: взаимодействие фенолята натрия с галогенпроизводными углеводородов с образованием простых эфиров



Реакции с участием гидроксильной группы

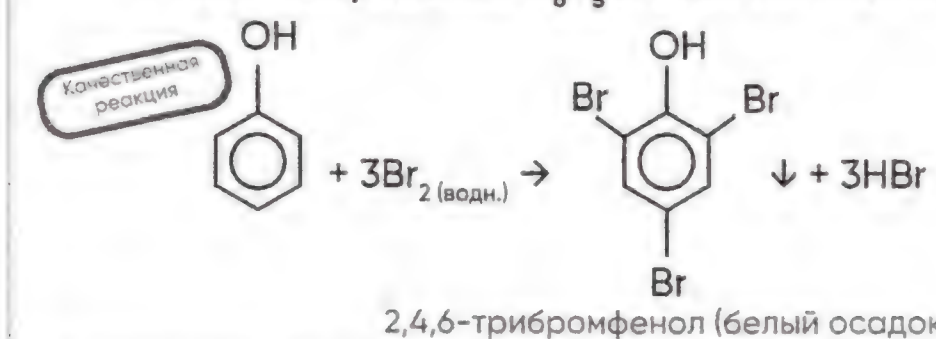
Качественная реакция с FeCl_3



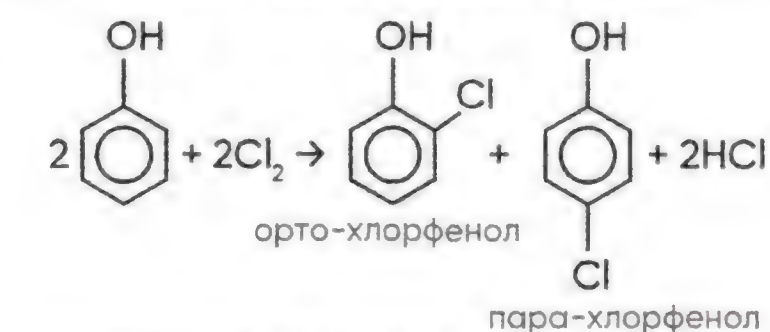
Тип реакции

Уравнение реакции

1. Галогенирование $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ без катализатора

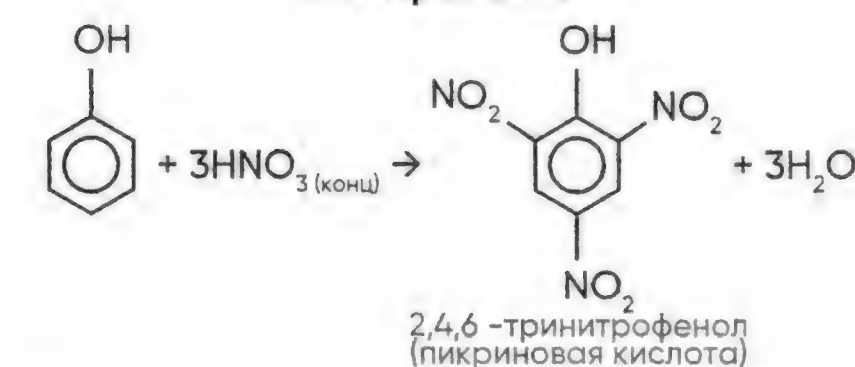


Примечание: выпадение белого осадка 2,4,6-трибромфенола – качественная реакция на фенол



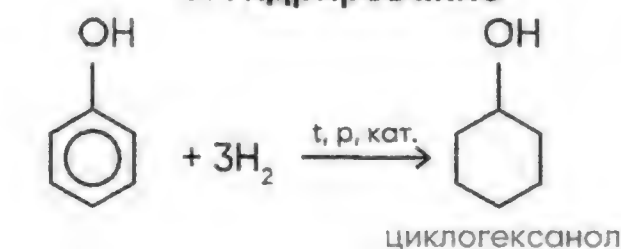
Примечание: образуется смесь орто- и пара-хлорфенолов

2. Нитрование

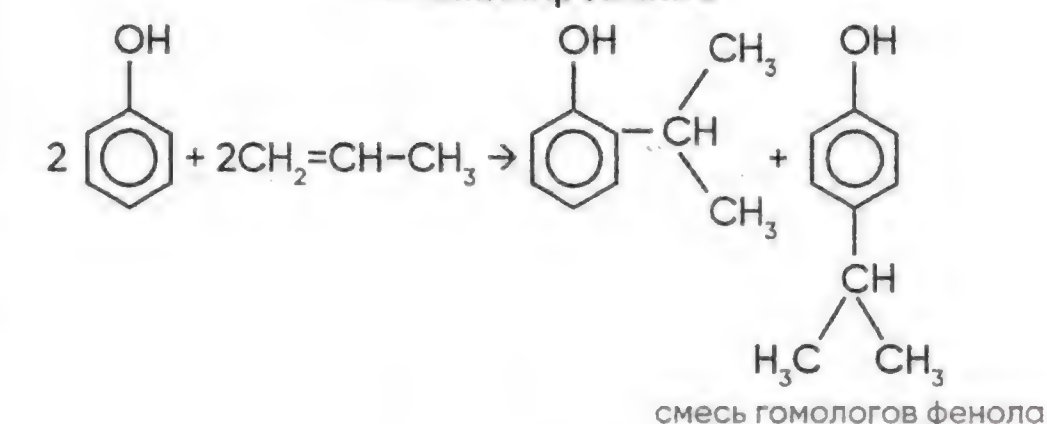


Примечание: пикриновая кислота – взрывчатое вещество

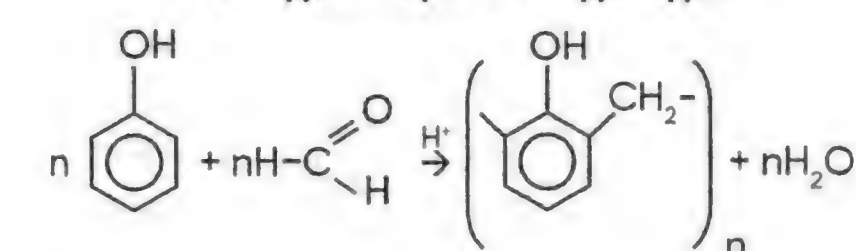
3. Гидрирование



4. Алкилирование



5. Конденсация с альдегидом



Примечание: реакция поликонденсации фенола с формальдегидом применяется для получения фенолформальдегидных смол, используемых для получения пластмасс

Реакции по бензольному кольцу

Химические свойства альдегидов и кетонов

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции присоединения	1. Гидрирование (восстановление) $\begin{array}{ccc} \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \text{H}_2 & \xrightarrow{\text{Ni, t, p}} & \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \\ \text{этаналь} & & \text{этанол} \end{array}$ $\begin{array}{ccc} \text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + \text{H}_2 & \xrightarrow{\text{Ni, t, p}} & \text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3 \\ \text{ацетон} & & \text{пропанол-2} \end{array}$ Примечание: альдегиды восстанавливаются до первичных спиртов, кетоны – до вторичных 2. Присоединение синильной кислоты $\begin{array}{ccc} \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + \text{H}-\text{C}\equiv\text{N} & \rightarrow & \begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{N} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} \\ \text{H} & & \text{H} \\ & & \text{гидроксинитрил} \end{array}$ 3. Присоединение гидросульфита натрия Качественная реакция $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{array} + \text{NaHSO}_3 \rightarrow \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{SO}_3\text{Na} \end{array}$ Примечание: реакция используется для выделения и очистки альдегидов.
	4. Присоединение воды $\begin{array}{ccc} \begin{array}{c} \delta^- \\ \text{O} \\ \delta^+ \text{H}-\text{C}=\text{C}-\text{H} \end{array} + \begin{array}{c} \delta^+ \quad \delta^- \\ \text{H}-\text{OH} \end{array} & \rightleftharpoons & \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} \end{array}$ 5. Присоединение спиртов $\begin{array}{ccc} \text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{H} + \text{R}_2-\text{OH} & \rightleftharpoons & \begin{array}{c} \text{OR}_2 \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array} \xrightarrow{\text{R}_3-\text{OH}, \text{H}^+} \begin{array}{c} \text{OR}_2 \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{OR}_3 \\ \\ \text{H} \end{array} + \text{H}-\text{OH} \end{array}$
Реакции присоединения	

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции окисления (для альдегидов)	1. Горение (для альдегидов и кетонов) $C_nH_{2n}O + \frac{3n-1}{2} O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$ 2. Окисление альдегидов сильными окислителями (перманганатом калия в кислой или щелочной среде) $5CH_3-C(=O)H + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3-C(=O)OH + K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O$ 3. Реакция «серебряного зеркала» серебряный налёт на стенках пробирки Качественная реакция $CH_3-C(=O)H + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow CH_3-C(=O)ONH_4 + 2Ag\downarrow + 3NH_3 + H_2O$ 4. Окисление под действием гидроксида меди (II) Cu(OH)₂ при нагревании выпадение красно-коричневого осадка Качественная реакция $CH_3-C(=O)H + 2Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^\circ} CH_3-C(=O)OH + Cu_2O + 2H_2O$
	5. Окисление метанала Качественная реакция $5H-C(=O)H + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$ $H-C(=O)H + 2Cu(OH)_2 \rightarrow CO_2 + Cu_2O + 2H_2O$ Кетоны: устойчивы к окислению, в жестких условиях – разрушается углеродный скелет
Реакции замещения	Галогенирование $CH_3-C(=O)H + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl-C(=O)H + HCl$ Примечание: замещение атомов водорода происходит в α-положении по отношению к карбонильной группе
Реакции полимеризации	Полимеризация формальдегида $n H-COH \rightarrow [-CH_2-O-]_n$ Примечание: реакция характерна для низших альдегидов
Реакции поликонденсации	Фенолформальдегидная смола $n \text{ фенол} + n \text{ формальдегид} \xrightarrow{\text{кат}} \left(\text{фенол-CH}_2\text{-фенол} \right)_n + nH_2O$

Задание 1 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, с которыми реагирует как пропаналь, так и ацетон. Запишите номера выбранных ответов.

0 Mg + кет.

1. водород
~~2. гидроксид диамминсеребра (I)~~
~~3. гидроксид меди (II)~~
 4. синильная кислота
~~5. гидрид натрия~~

Ответ: 14

Задание 2 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите все вещества, с которыми взаимодействует фенол. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

или св-ва

1. O_2
 2. $NaOH$ (р-р)
 3. HNO_3
 4. Na
~~5. HCl~~

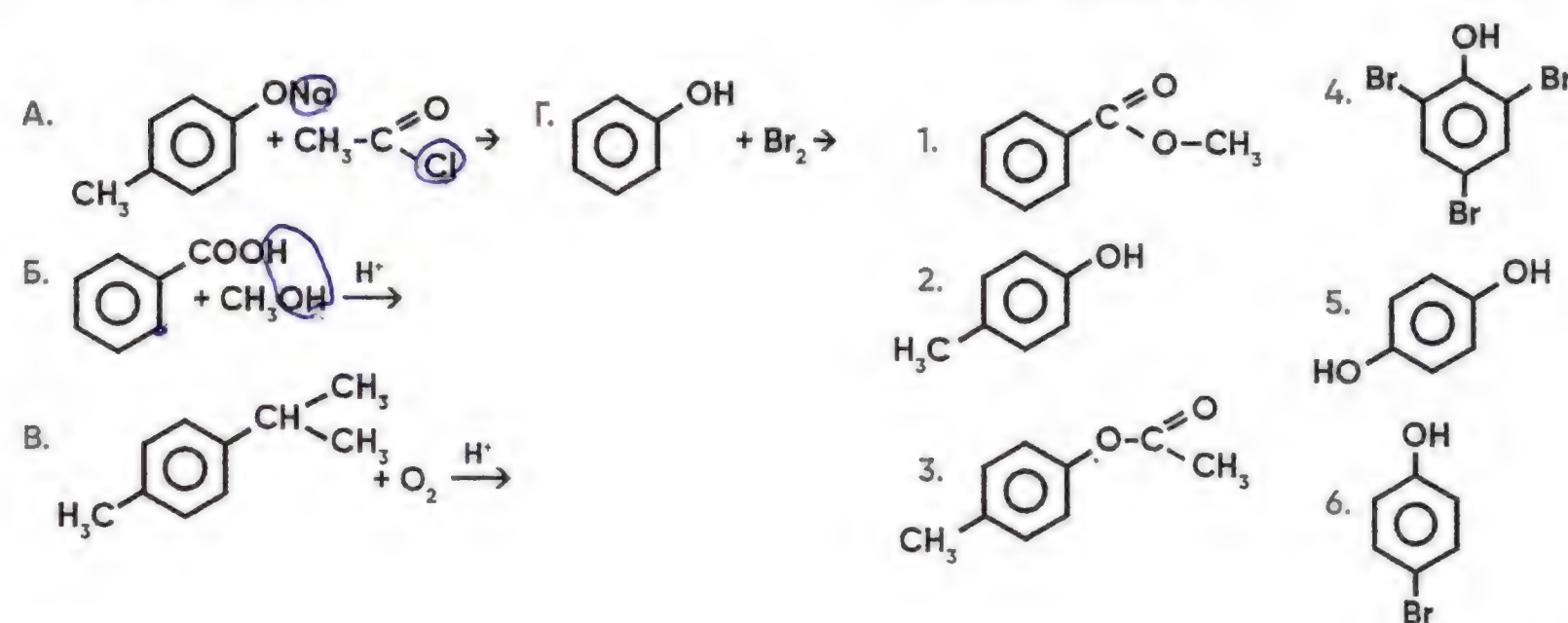
Ответ: 1234

Задание 3 (15 КИМ)

Установите соответствие между схемой реакции и продуктом этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Схема реакции

Продукт реакции



Ответ:

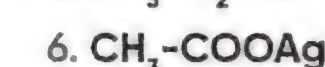
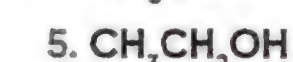
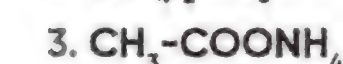
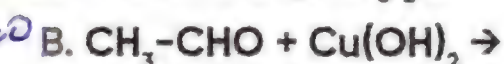
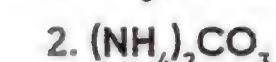
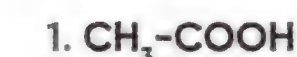
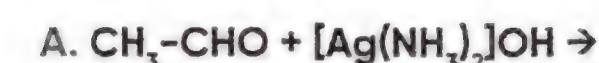
А	Б	В	Г
3	1	2	4

Задание 4 (15 КИМ)

Установите соответствие между схемой реакции и продуктом этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Схема реакции

Продукт реакции



Ответ:

А	Б	В	Г
3	2	1	5

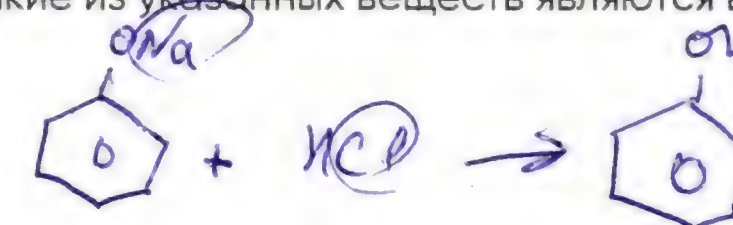
Задание 5 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1. HNO_3
 2. $NaOH$
 3. HCl
 4. $NaCl$
 5. $FeCl_3$

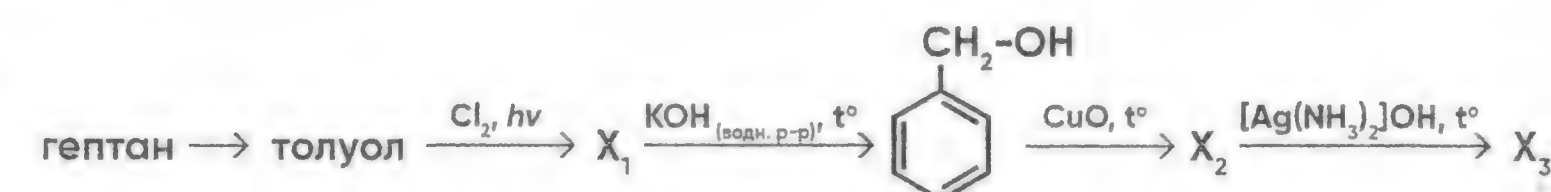


Ответ:

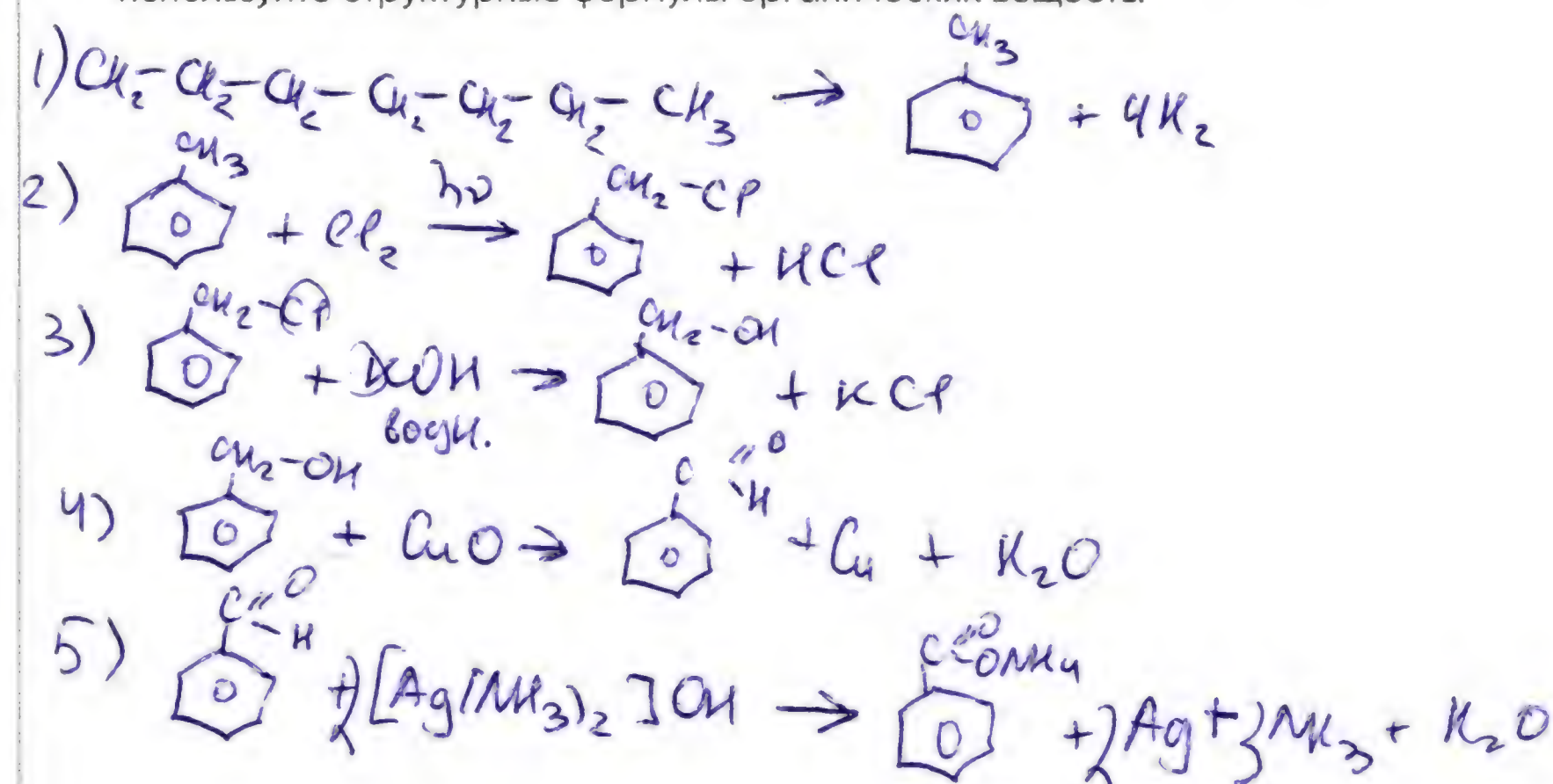
X	Y
3	1

Задание 6 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



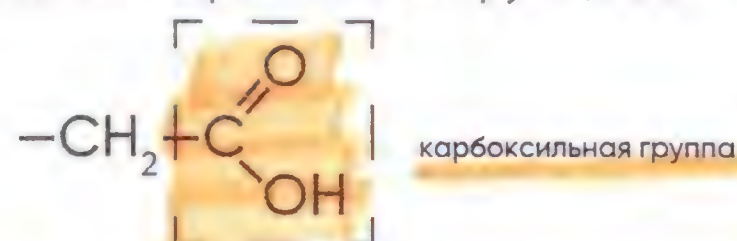
При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.



Карбоновые кислоты. Соли карбоновых кислот. Простые и сложные эфиры. Расчёты в органике, задание 34.

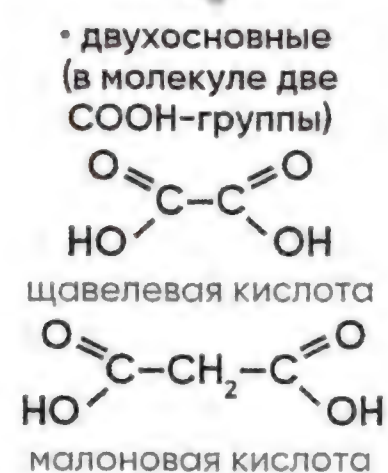
Карбоновые кислоты

Карбоновые кислоты — это производные углеводородов, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп (COOH-групп).



Классификация карбоновых кислот

1. По числу COOH-групп



2. По типу радикала (R в R-COOH)

• алифатические

• предельные



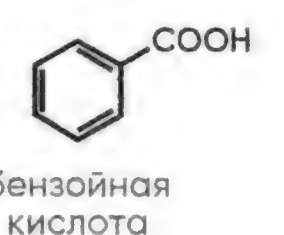
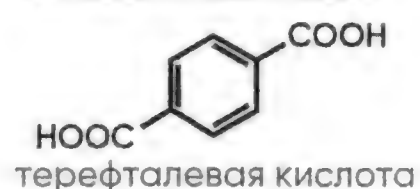
• непредельные



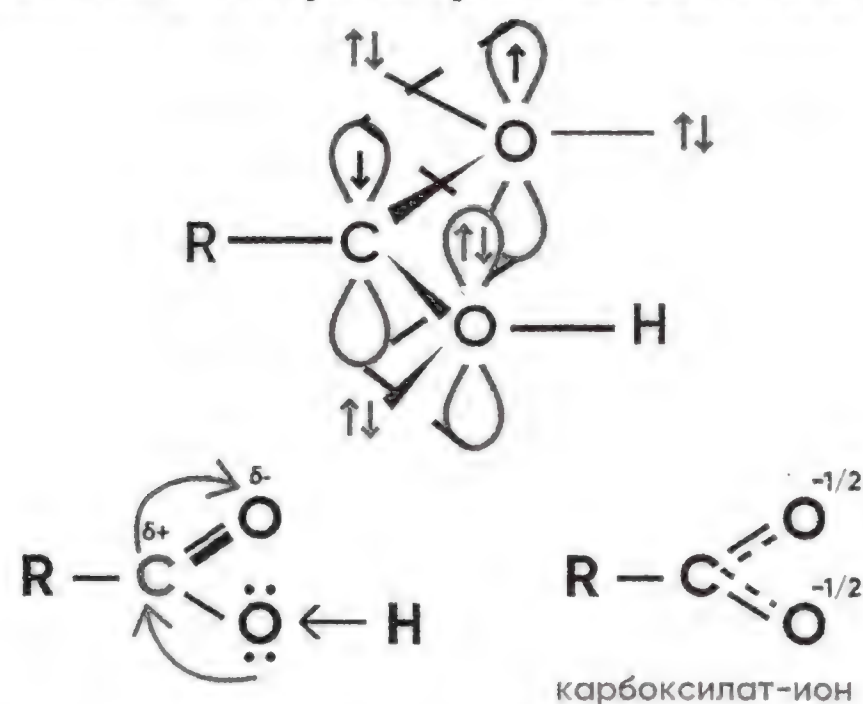
• алициклические



• ароматические



Электронное и пространственное строение



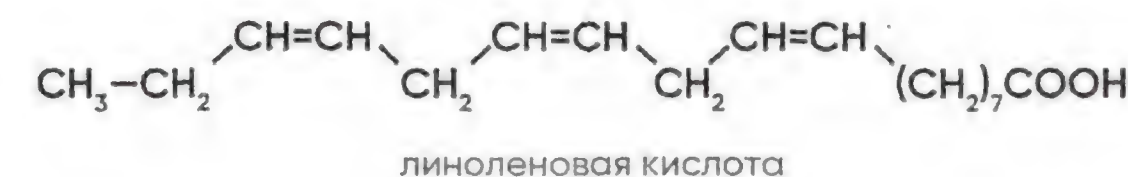
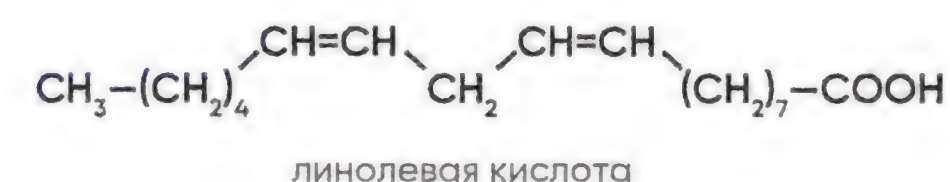
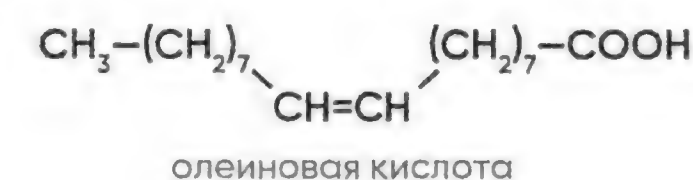
Гомологический ряд одноосновных предельных карбоновых кислот

Структурная формула	Название по ИЮПАК	Тривиальное название	Систематическое название соли	Название соли
$\text{H—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	метановая	муравьиная	метаноат	формиат
$\text{CH}_3\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	этановая	уксусная	эаноат	ацетат
$\text{C}_2\text{H}_5\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	пропановая	пропионовая	пропаноат	пропионат
$\text{C}_3\text{H}_7\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	бутановая	масляная	бутаноат	бутират
$\text{C}_4\text{H}_9\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	пентановая	валериановая	пентаноат	валерат
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	гексадекановая	пальмитиновая	гексадеканоат	пальмитат
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	октадекановая	стеариновая	октадеканоат	стеарат

Одноосновные непредельные карбоновые кислоты

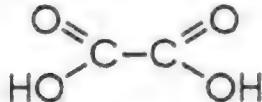
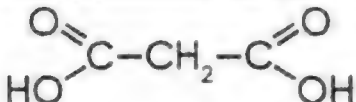
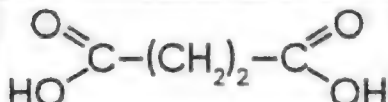
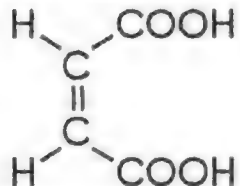
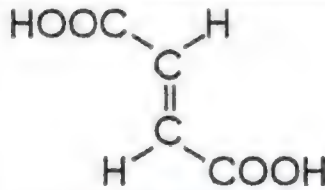
Структурная формула	Название по ИЮПАК	Тривиальное название	Название соли
$\text{H}_2\text{C=CH—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	пропеновая	акриловая	акрилат
$\text{H}_2\text{C=C}\begin{array}{l} \text{—CH}_3 \\ \text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array} \end{array}$	2-метилпропеновая кислота	метакриловая	метакрилат
$\text{CH}_3\text{—CH=CH—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	транс-2-бутеновая кислота	кротоновая	кротонат
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	цис-9-октадеценовая кислота	олеиновая	олеат
$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	цис, цис-9,12-октадекадиеновая	линолевая	линолеат
$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—OH} \end{array}$	цис, цис, цис-9,12,15-октадекатриеновая кислота	линоленовая	линоленат

Ненасыщенные жирные кислоты

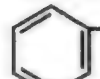
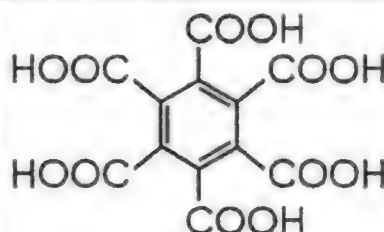


Двухосновные карбоновые кислоты

2 3 4 5 6
Ц М Я Г А

Структурная формула	Название по ИЮПАК	Тривиальное название	Название соли
предельные			
	этандиовая	щавелевая	оксалат
	пропандиовая	малоновая	малонат
	бутандиовая	янтарная	сукцинат
непредельные			
	цис-бутендиовая кислота	малеиновая	малеинат
	транс-бутендиовая кислота	фумаровая	фумарат

Ароматические карбоновые кислоты

Структурная формула	Название по ИЮПАК	Тривиальное название	Название соли
	бензолкарбо- новая	бензойная	бензоат
	бензол-1,2- дикарбоновая	фталевая	фталат
	бензол-1,3- дикарбоновая	изофталева	изофталат
	бензол-1,4- дикарбоновая	терефталева	терефталат
	бензол-1,2,3,4,5,6- гексакарбоновая	меллитовая	меллитат

Виды изомерии предельных одноосновных карбоновых кислот



а) Углеродного скелета

б) Межклассовая (со сложными эфирами, с альдегидо- и кетонспиртами, с непредельными диолами)

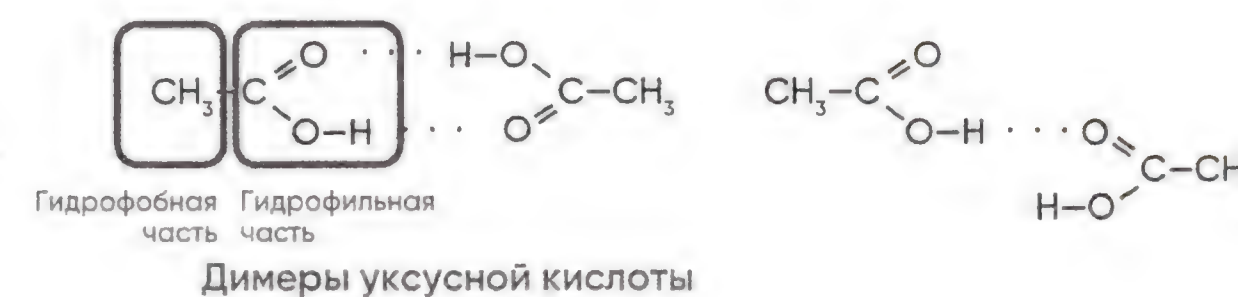
Структурная изомерия

а) Углеродного скелета

	Вещество $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}=\text{O}$	Изомеры $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 3-метилбутановая кислота, изовалериановая кислота, изопентановая кислота $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}=\text{O} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ α-метилизomásляная кислота α,α-диметилпропионовая кислота 2,2-диметилпропановая кислота пивалевая кислота
вая	Вещество $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}=\text{O}$	Изомеры $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}-\text{CH}_3}{\text{C}}}=\text{O}$ метиловый эфир масляной кислоты метилбутират, метилбутаноат метиловый эфир бутановой кислоты $\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}=\text{O} \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 4-гидроксивалеральдегид 4-гидроксипентаналь 4-гидроксивалериановый альдегид $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \\ \text{OH} \qquad \qquad \qquad \text{OH} \end{array}$ пентен-2-диол-1,5

Водородные связи и их образование

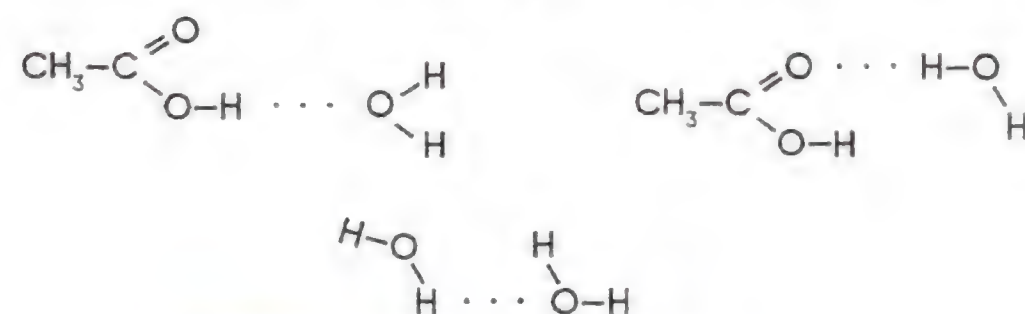
Водородные связи в уксусной кислоте



**Водородные
связи**

N—H
O—H
F—H

Водородные связи в водном растворе уксусной кислоты



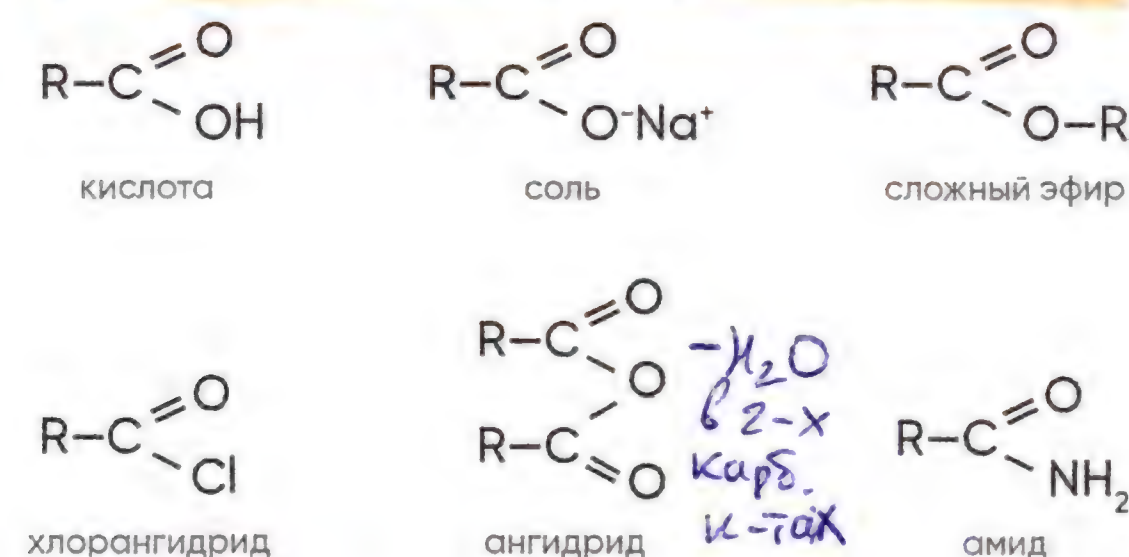
Физические свойства

- C_1-C_3 — жидкости с острым запахом, неограниченно смешивающиеся с водой
- C_4-C_9 — вязкие, маслообразные жидкости; растворимость уменьшается с удлинением углеродного скелета
- $C_{10}-C_{\infty}$ — ^{кристаллы} твёрдые вещества, нерастворимые в воде
- При удлинении углеродного скелета растворимость монокарбоновых кислот уменьшается.
- Из-за водородных связей в растворах и в жидком состоянии имеют гораздо более высокие температуры кипения по сравнению с соответствующими спиртами и альдегидами.
- Все дикарбоновые и ароматические кислоты при комнатной температуре — кристаллические вещества.

Физические свойства

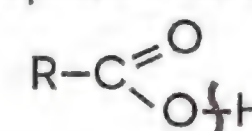
$HOOC$ Муравьиная кислота	Бесцветная жидкость с резким запахом Смешивается с водой Ткип = 100,7°C
CH_3COOH Уксусная кислота	Бесцветная жидкость с характерным запахом и кислым вкусом Неограниченно растворима в воде Ткип = 118,1°C
C_3H_7COOH Масляная кислота	Бесцветная маслянистая жидкость с резким запахом Растворима в воде Ткип = 163,0°C
$C_{17}H_{35}COOH$ Стеариновая кислота	Бесцветные кристаллы без запаха Нерастворима в воде Ткип = 376,1°C
 Бензойная кислота	Белые кристаллы Плохо растворима в воде С увеличением температуры растворимость увеличивается Ткип = 249°C

Производные карбоновых кислот



Химические свойства карбоновых кислот

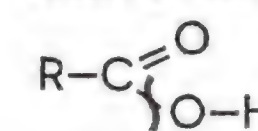
I. Кислотные свойства с разрывом связи O-H



сходны со свойствами неорганических кислот

1. Диссоциация
2. Взаимодействие с металлами
3. Взаимодействие с оксидами
4. Взаимодействие с основаниями
5. Взаимодействие с солями

II. Реакции с разрывом связи C-OH



1. Этерификация
2. Взаимодействие с галогенидами фосфора
3. Дегидратация
4. Взаимодействие с аммиаком
5. Взаимодействие с аминами

III. Замещение в α-положение

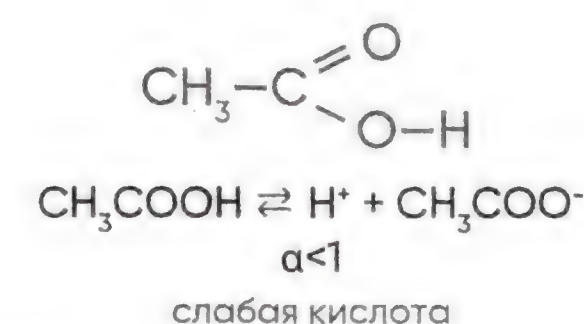
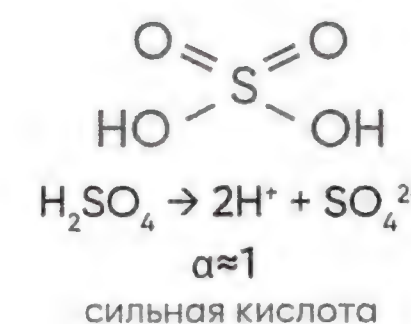
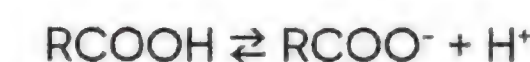
1. Хлорирование (кат: $P_{кр}$)

IV. Реакции окисления

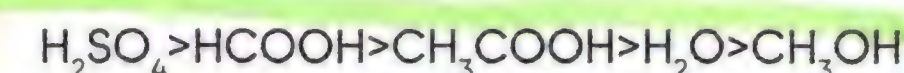
1. Деструктивное окисление (горение)

Кислотные свойства с разрывом связи O-H

1. Диссоциация



Сила кислот:

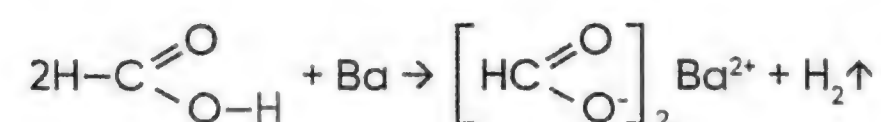
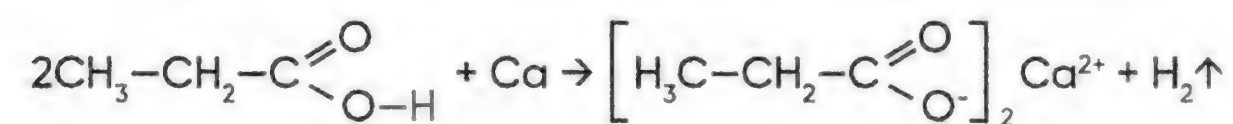


Окраска индикаторов в различных средах

Индикаторы	Среда		
	Кислая pH < 7	Нейтральная pH = 7	Щелочная pH > 7
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Метилоранж	красный	оранжевый	жёлтый
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый

2. Взаимодействие с металлами

Металл в электрохимическом ряду напряжений до H

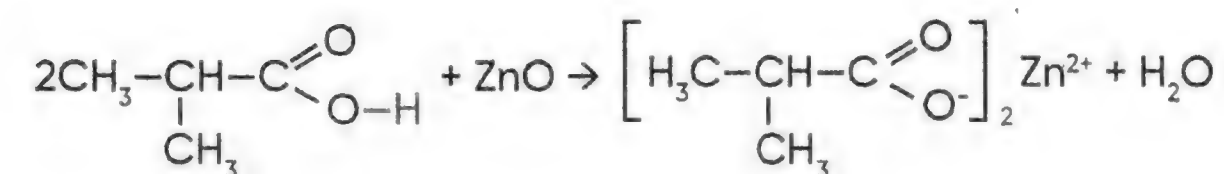
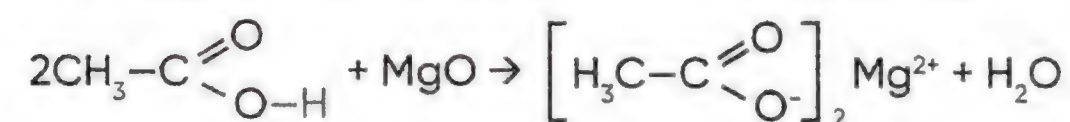


РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ/ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

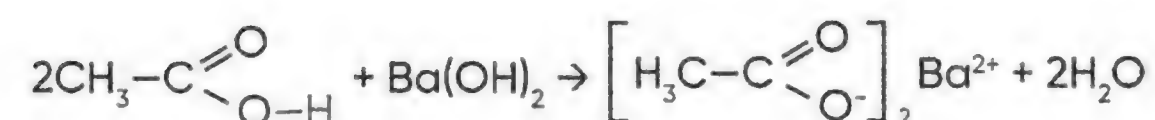
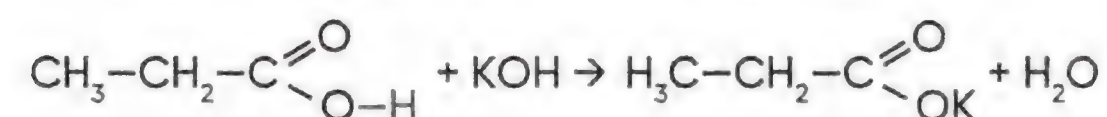
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
активность металлов уменьшается →

3. Взаимодействие с оксидами

Взаимодействуют основные и амфотерные оксиды



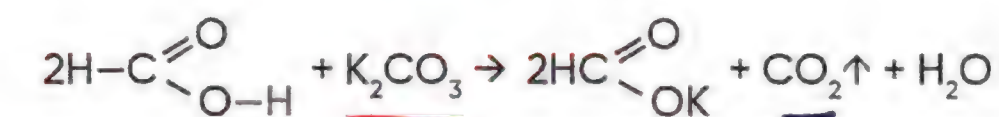
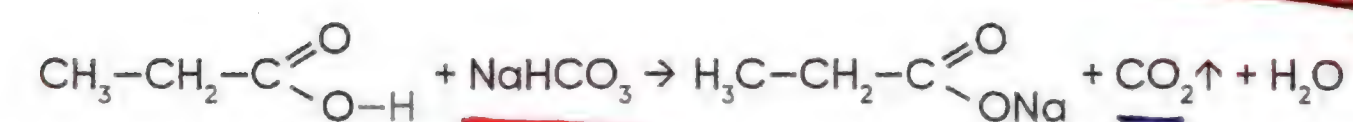
4. Взаимодействие с основаниями



5. Взаимодействие с солями

кач.

Качественная реакция

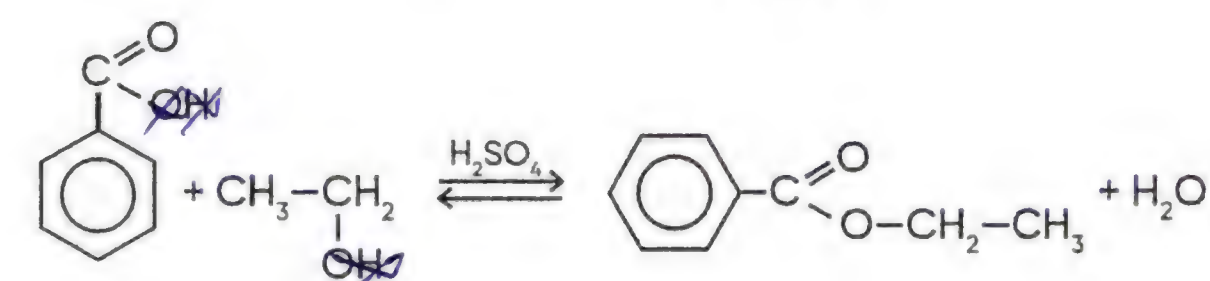
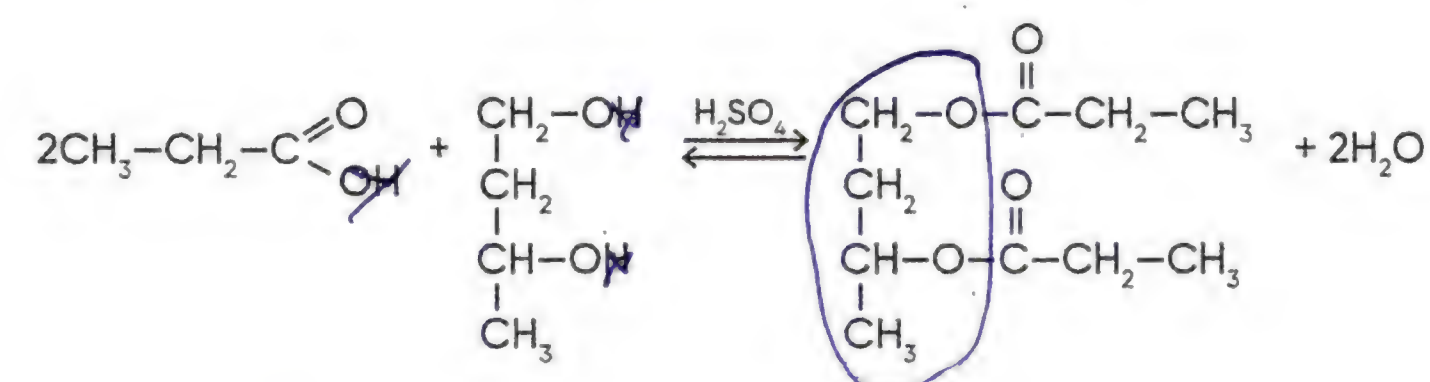
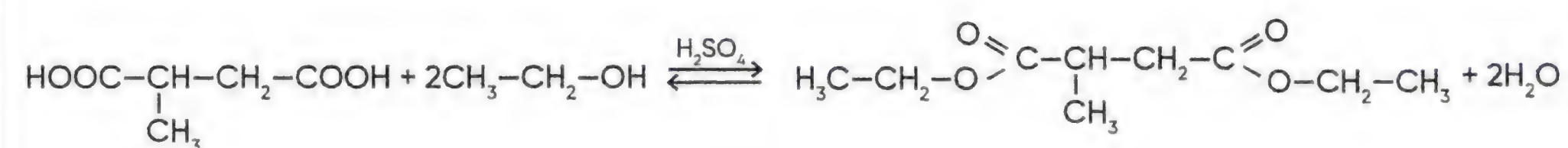
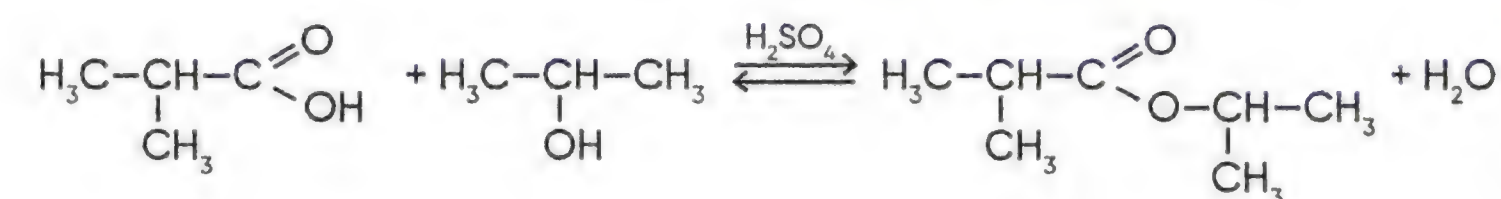
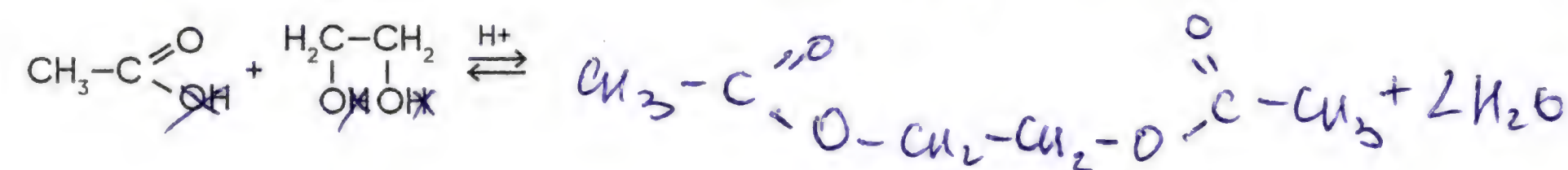
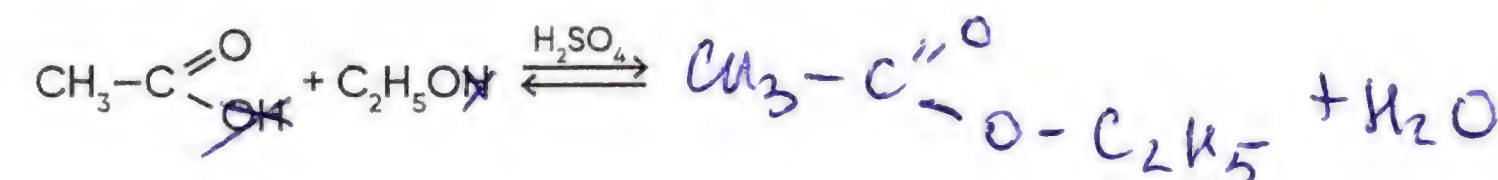


Реакции с разрывом связи C-OH

1. Этерификация

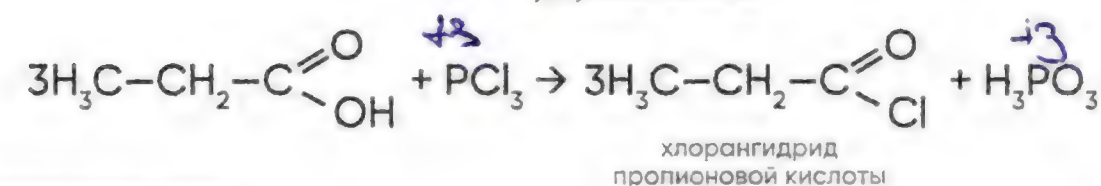
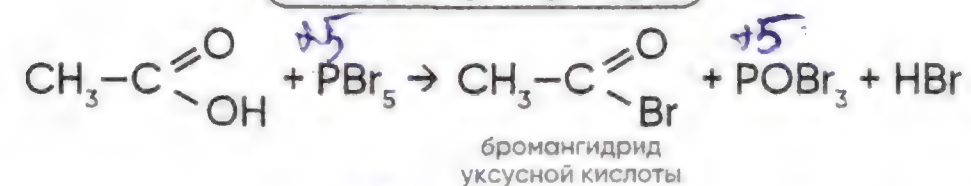
Условия: t°, kat: H₂SO₄

Реакция этерификации — это взаимодействие карбоновых кислот со спиртами в присутствии катализаторов — водоотнимающих средств, приводящее к образованию сложных эфиров.

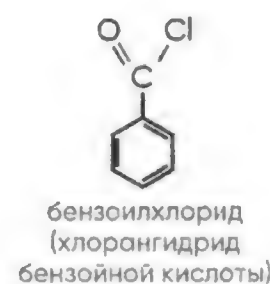
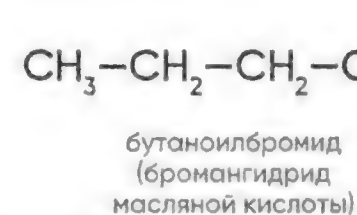
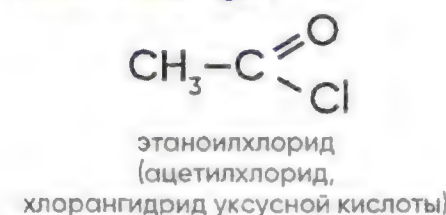


2. Взаимодействие с галогенидами фосфора

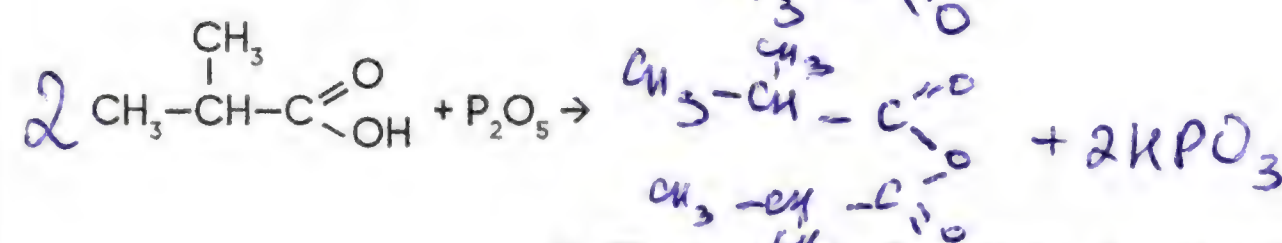
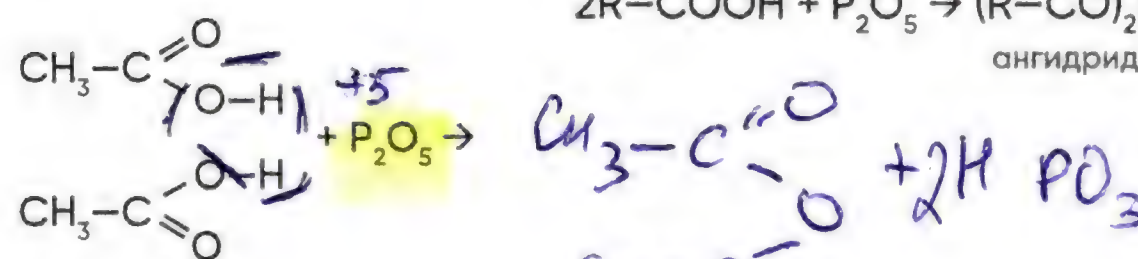
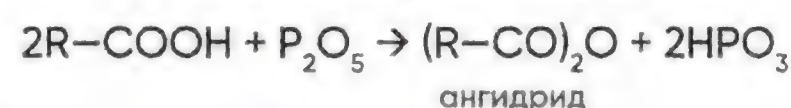
$\text{PCl}_3, \text{PCl}_5, \text{PBr}_3, \text{PBr}_5$



Названия хлорангидридов

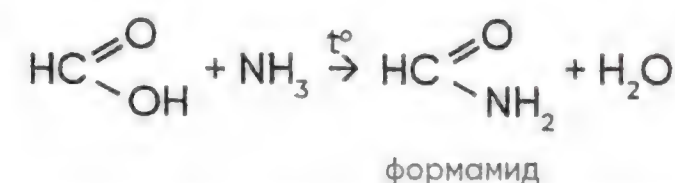
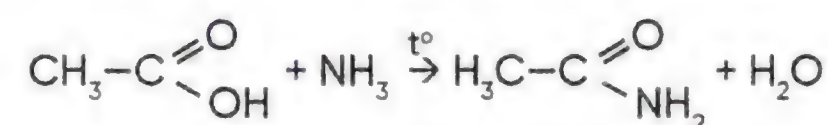
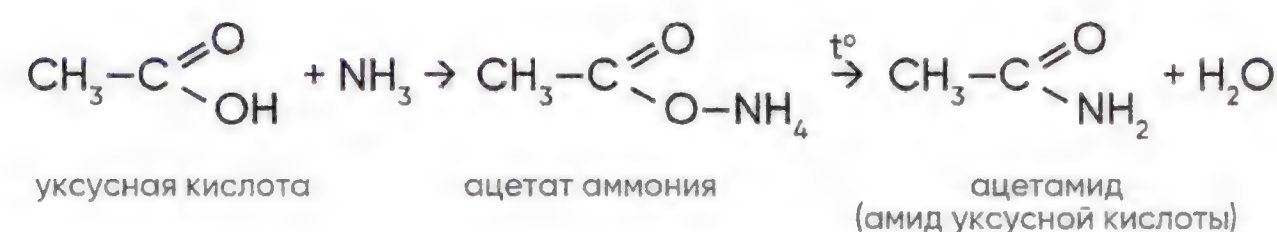


3. Дегидратация



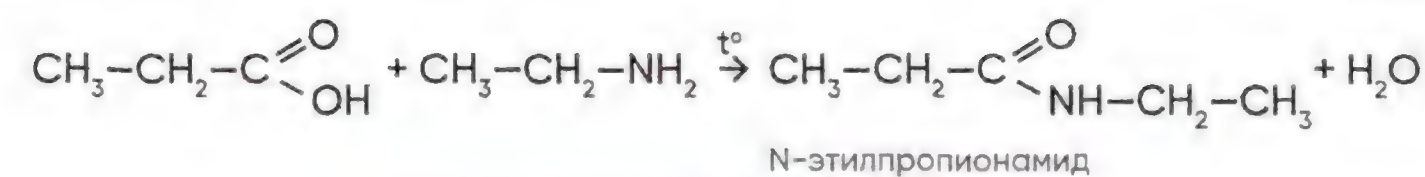
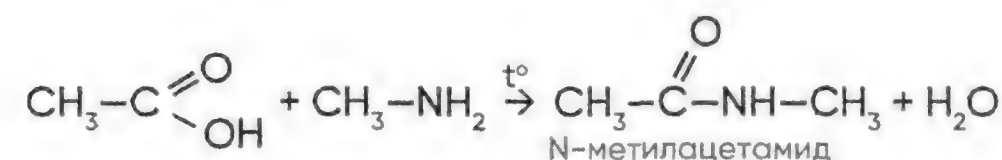
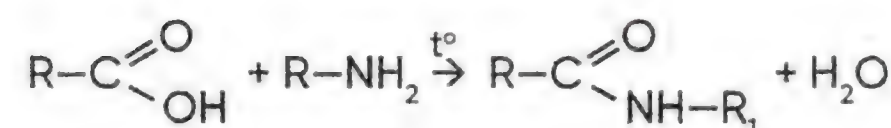
4. Взаимодействие с аммиаком

Условие: t°



5. Взаимодействие с аминами

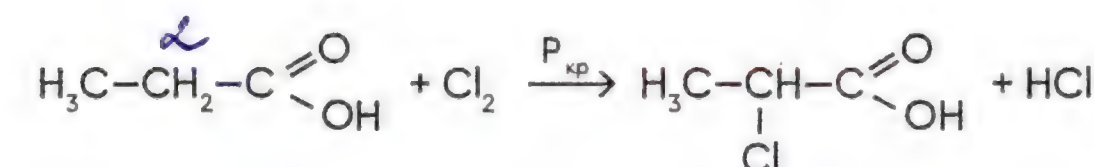
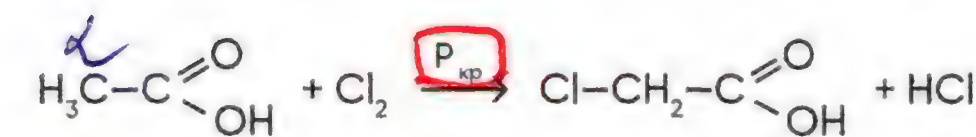
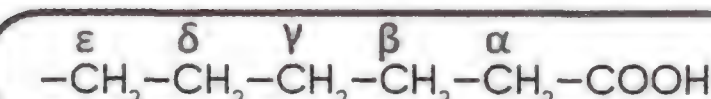
Условие: t°



Замещение в α-положение

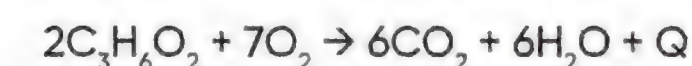
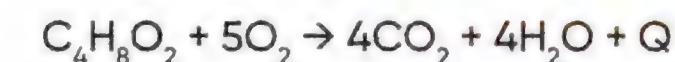
1. Хлорирование

кат: $\text{P}_{\text{кр}}$



Реакции окисления

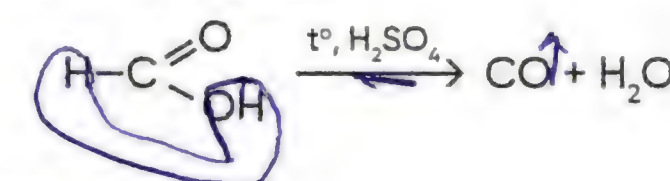
1. Деструктивное окисление предельных одноосновных карбоновых кислот (горение)



Специфические свойства муравьиной кислоты

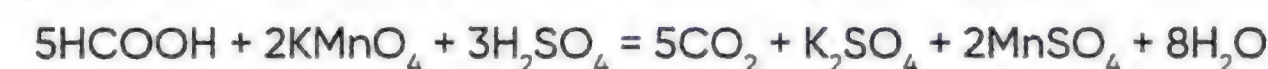
- ✓ 1. Разложение при нагревании в присутствии H_2SO_4 (конц) как альдегид
- ✓ 2. Окисление перманганатом калия
- ✓ 3. Реакция «серебряного зеркала»
- ✓ 4. Окисление хлором
- ✓ 5. Окисление гидроксидом меди

1. Нагревание в присутствии H_2SO_4 (конц)



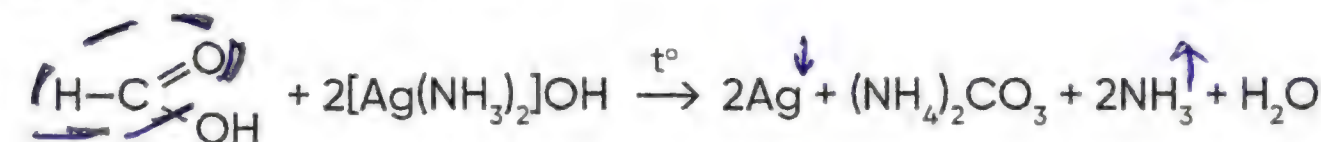
Лабораторный метод
получения CO

2. Окисление перманганатом калия

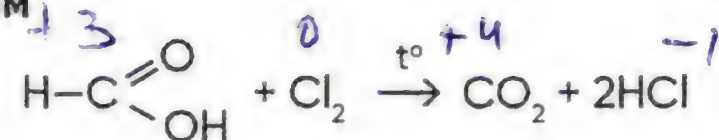


Качественная
реакция

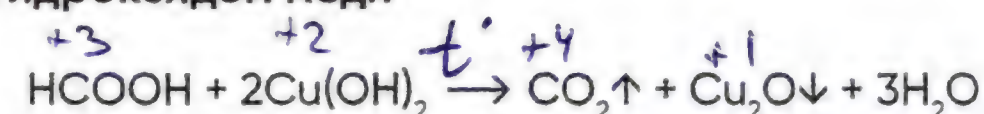
3. Реакция серебряного зеркала



4. Окисление хлором

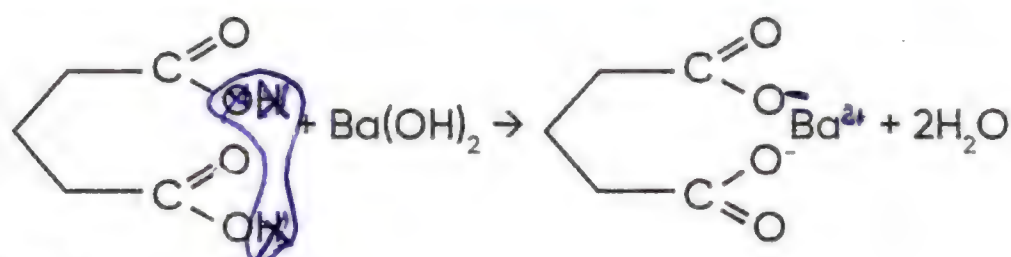


5. Окисление гидроксидом меди



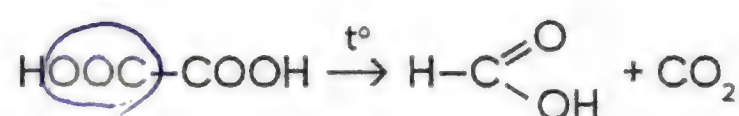
Химические свойства дикарбоновых кислот

Для дикарбоновых кислот характерны все химические свойства monocarboxylic, но взаимодействие протекает по двум карбоксильным группам.

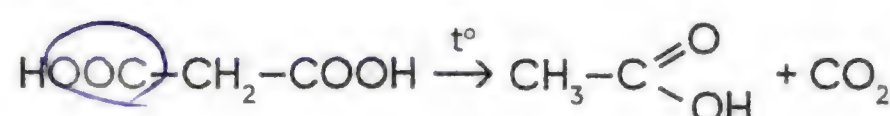


1. Декарбоксилирование

Условия: t°

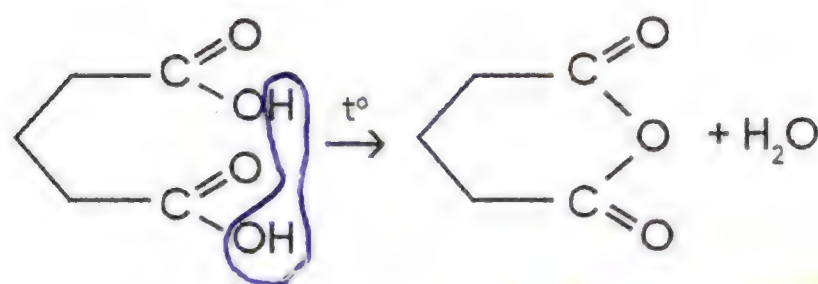
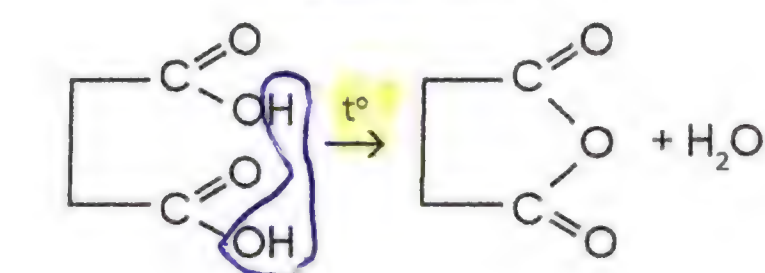


Муравьиная кислота может дальше разложиться до CO и H_2O



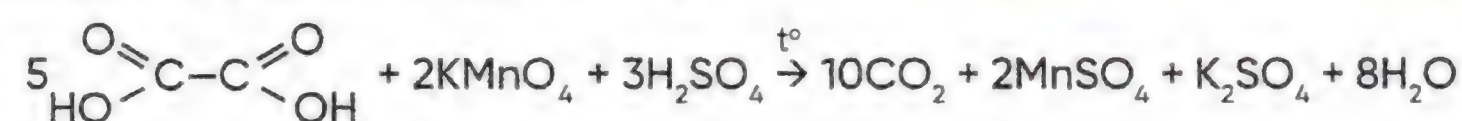
2. Дегидратация

Условия: t°

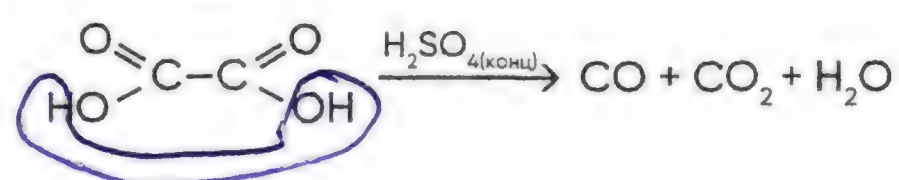


Специфические свойства щавелевой кислоты

1. Окисление перманганатом калия

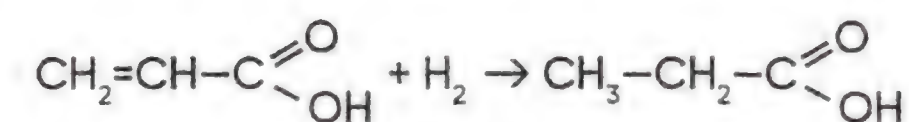


2. Разложение при H_2SO_4 (конц)

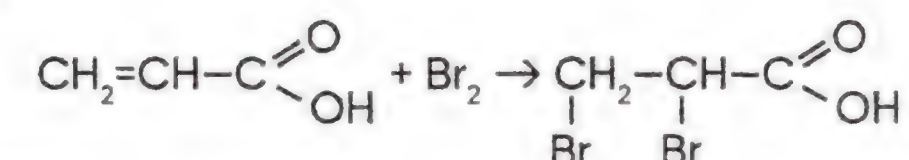


Специфические свойства непредельных карбоновых кислот

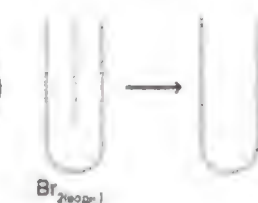
1. Гидрирование



2. Галогенирование

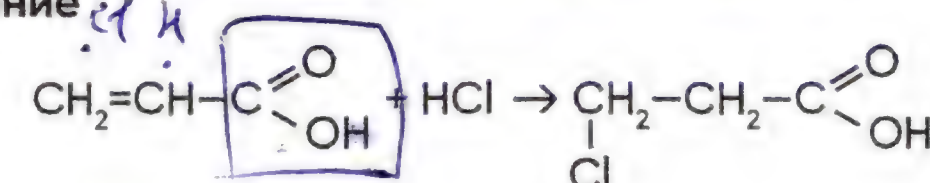


Качественная реакция — обесцвечивание бромной воды

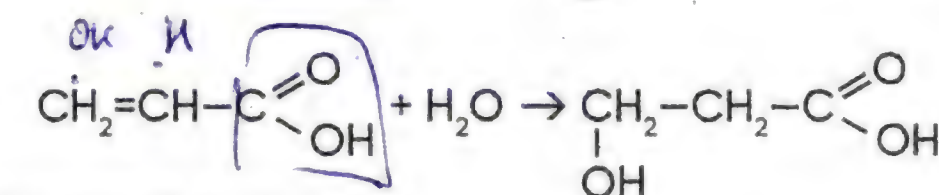


Против правила В.В. Марковникова!

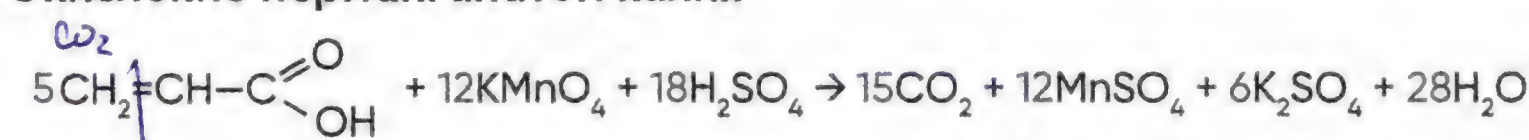
3. Гидрогалогенирование



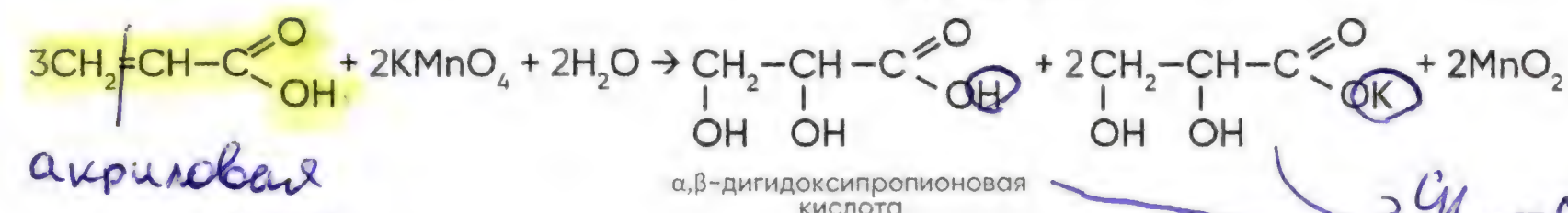
4. Гидратация



5. Окисление перманганатом калия



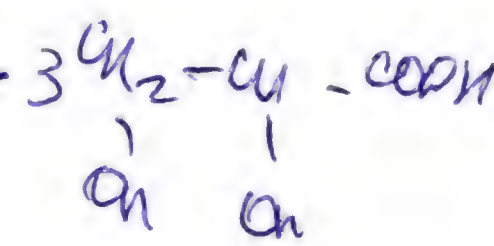
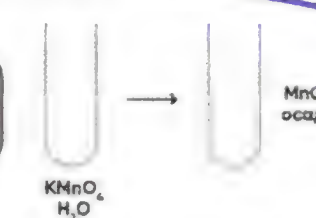
Обесцвечивание раствора перманганата натрия/калия — качественная реакция на наличие кратной связи



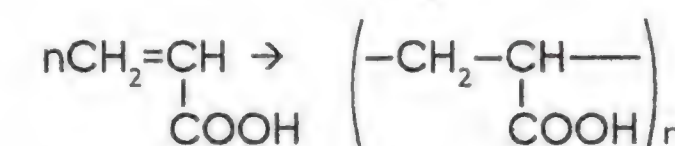
акриловая к-та

α, β -дигидроксипропионовая кислота

Обесцвечивание раствора перманганата натрия/калия и выпадение бурого осадка — качественная реакция на наличие кратной связи

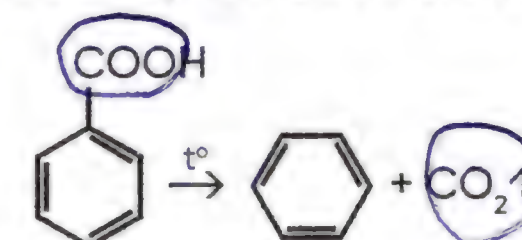


6. Полимеризация



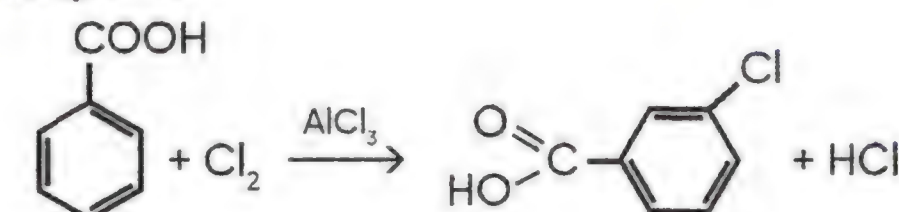
Специфические свойства ароматических карбоновых кислот

1. Декарбоксилирование



ионный мех.

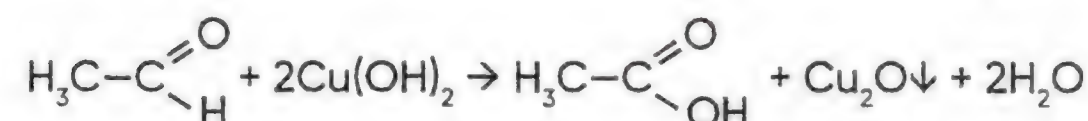
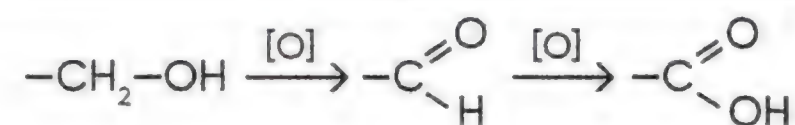
2. Электрофильное замещение



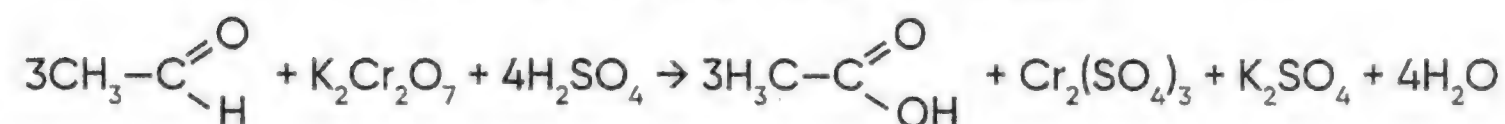
Получение карбоновых кислот

1. Окисление первичных спиртов и альдегидов

Жёсткое окисление альдегидов и спиртов раствором KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; альдегидов — $\text{Cu}(\text{OH})_2$

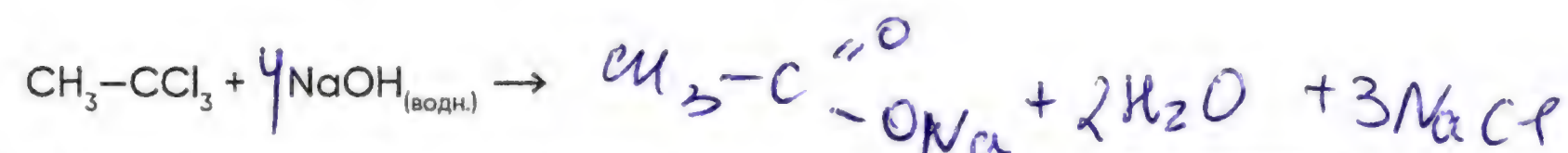
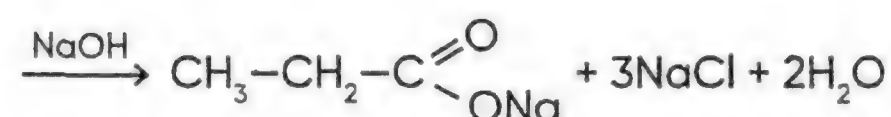
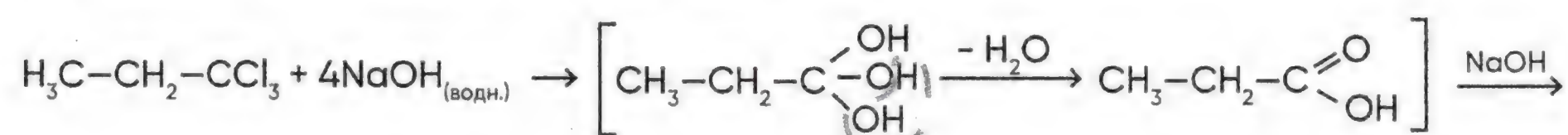


Образование красно-кирпичного осадка

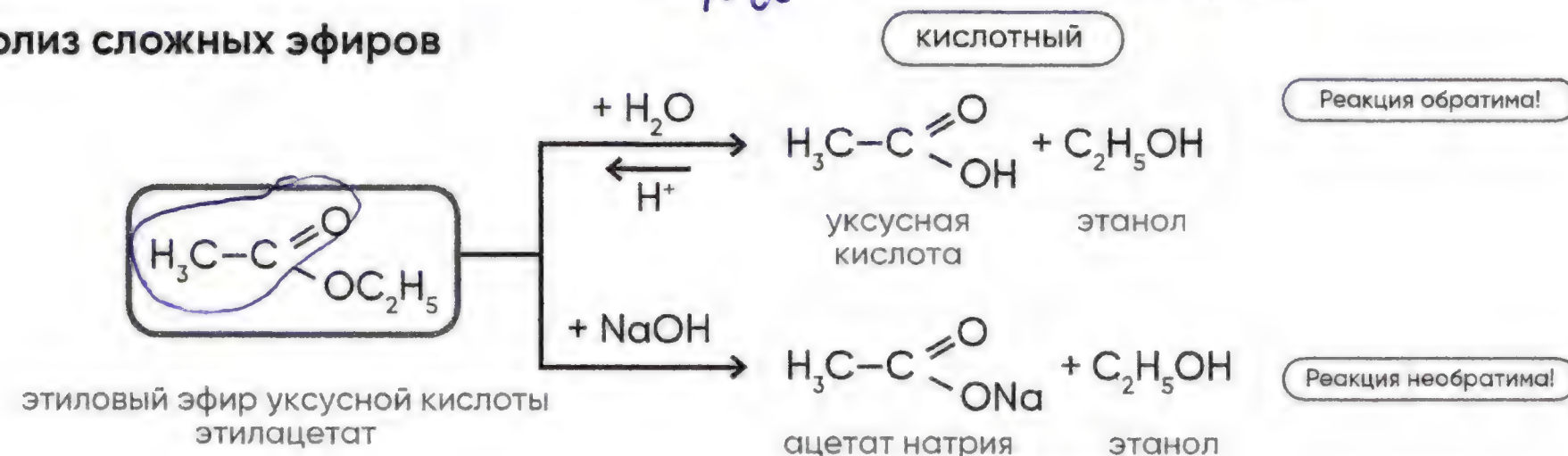


Изменение окраски с оранжевой на тёмно-зелёную

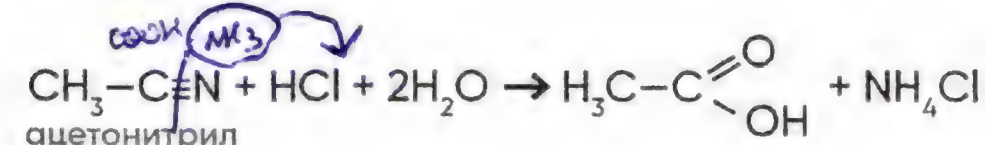
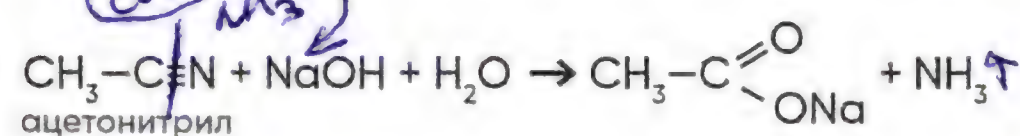
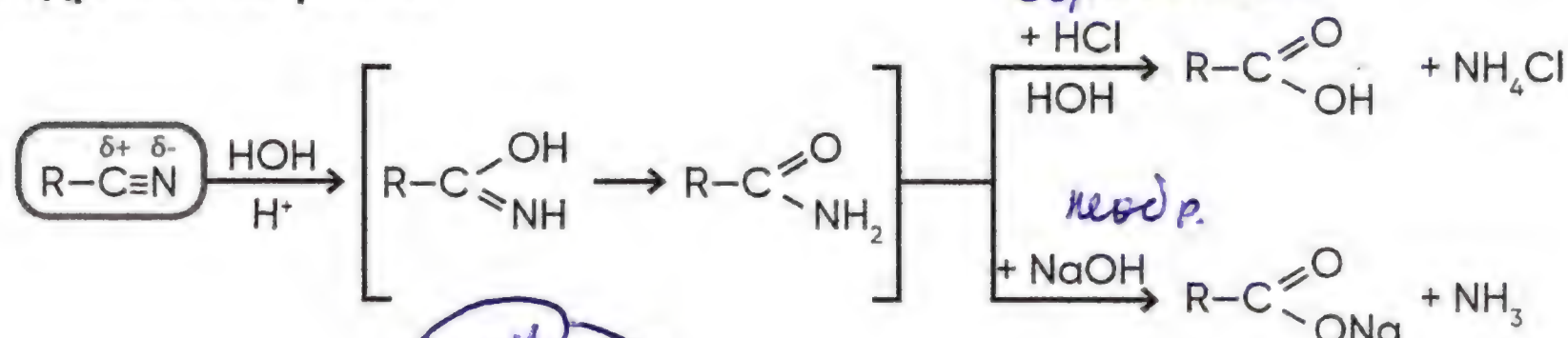
2. Щелочной гидролиз тригалогеналканов



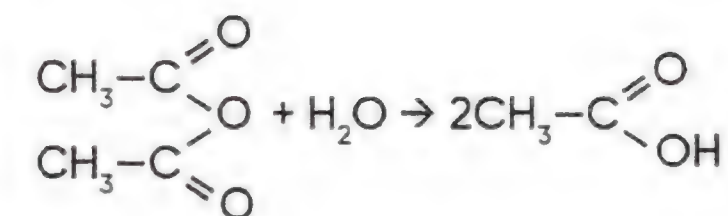
3. Гидролиз сложных эфиров



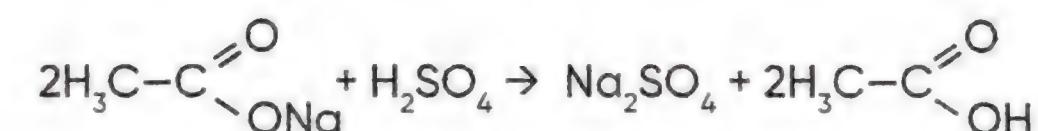
4. Гидролиз нитрилов



5. Гидролиз ангидридов



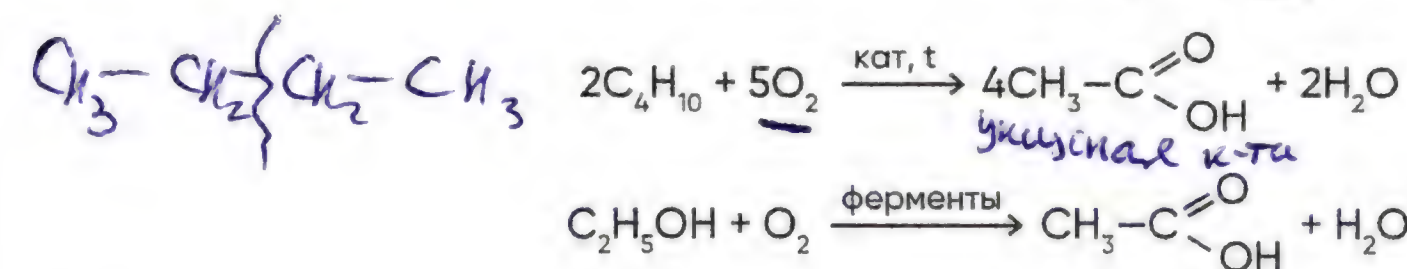
6. Вытеснение из солей



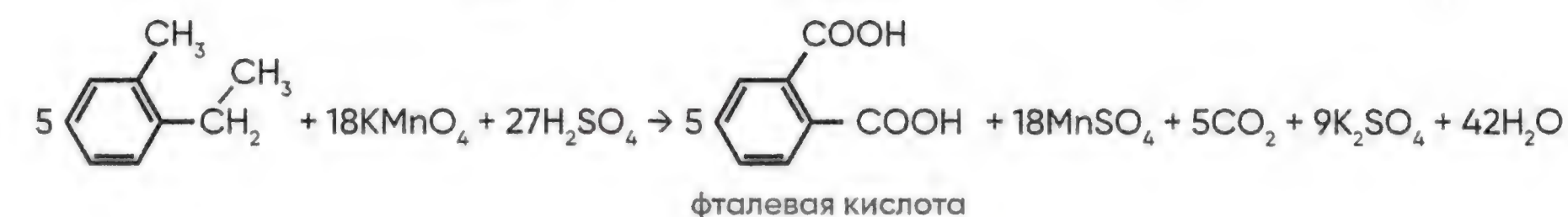
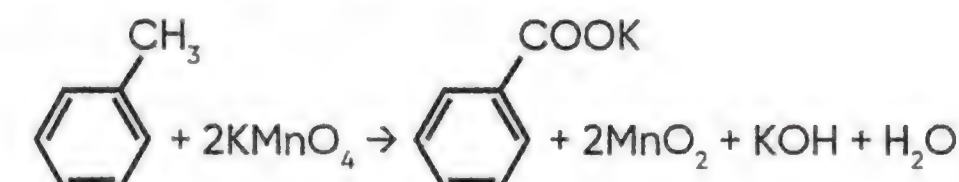
7. Получение муравьиной кислоты



8. Получение уксусной кислоты



9. Получение бензойной и фталевых кислот



10. Получение щавелевой кислоты



Соли карбоновых кислот



Физические свойства

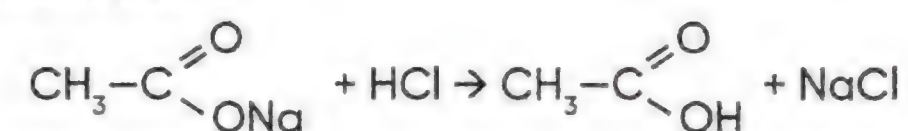
- кристаллические вещества
- температуры кипения и плавления выше, чем у соответствующих кислот

Химические свойства

1. Аналогичные свойствам неорганических солей

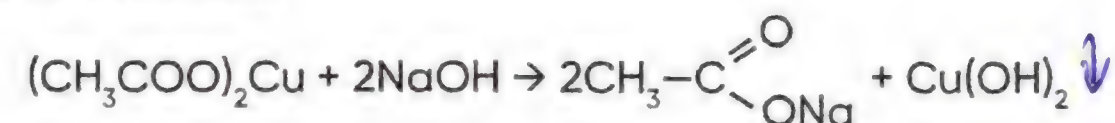
а) взаимодействие с кислотами

РНО

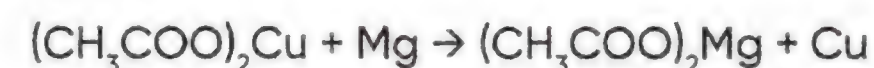


б) взаимодействие со щелочами

РНО



в) взаимодействие с металлами

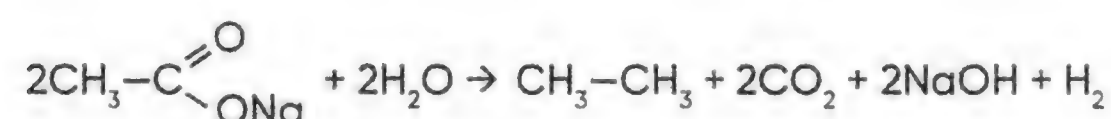
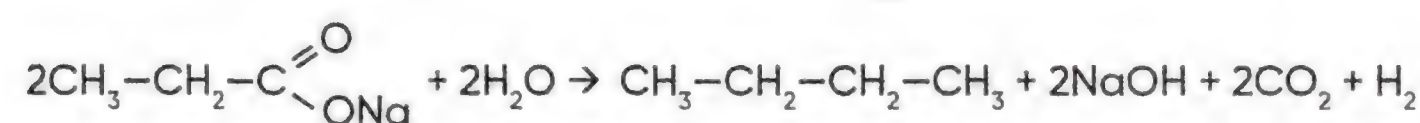
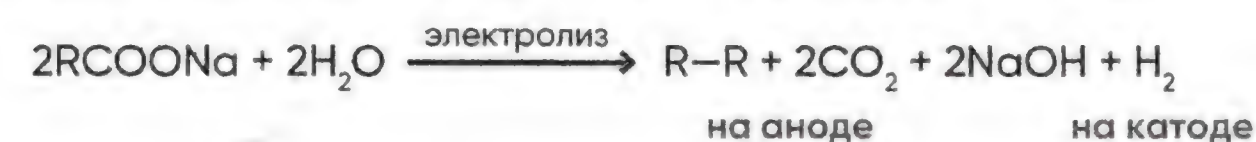


2. Гидролиз

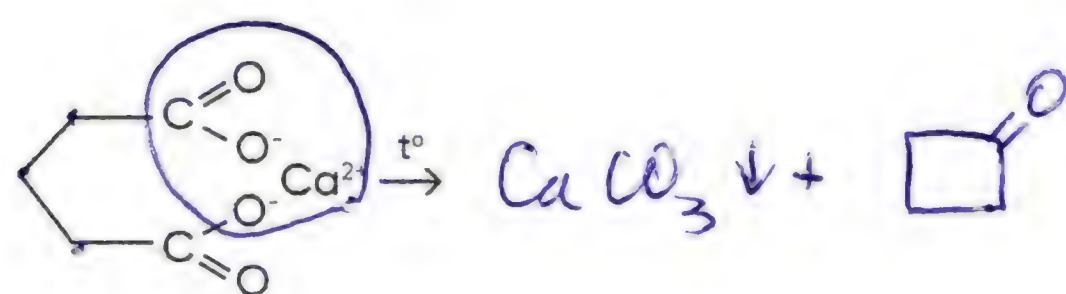
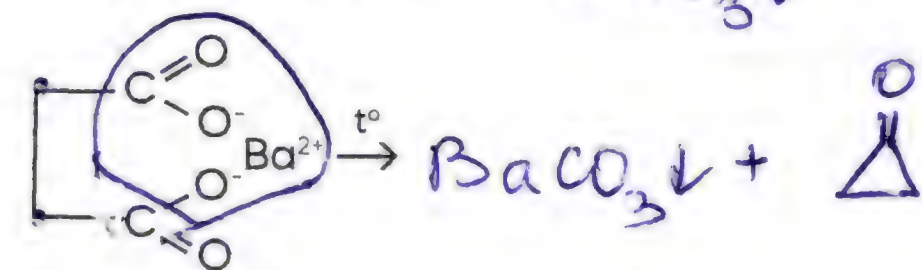
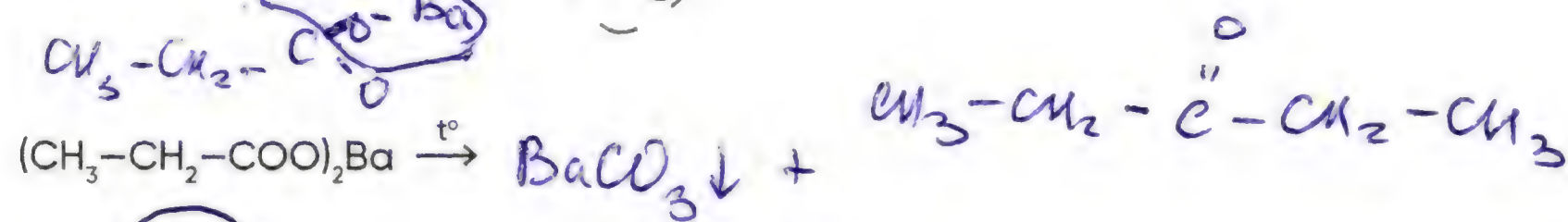
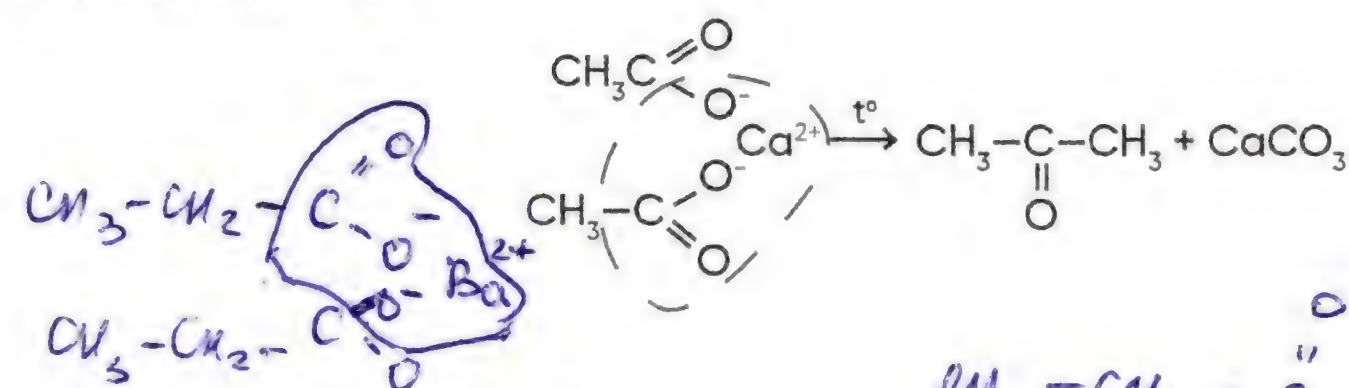
по аниону



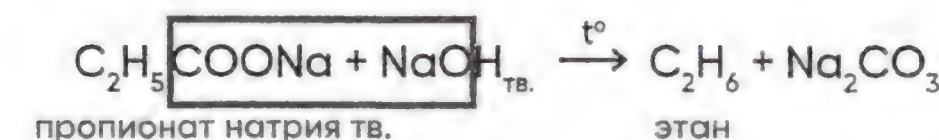
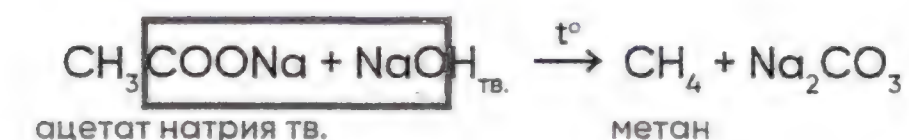
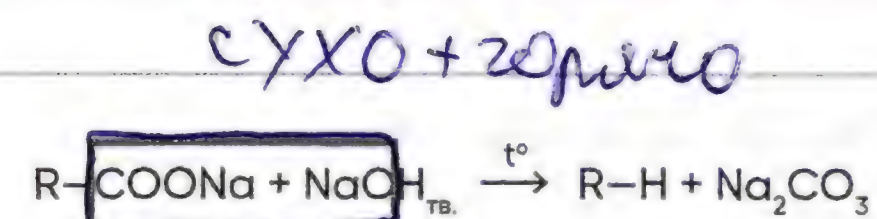
3. Электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе)



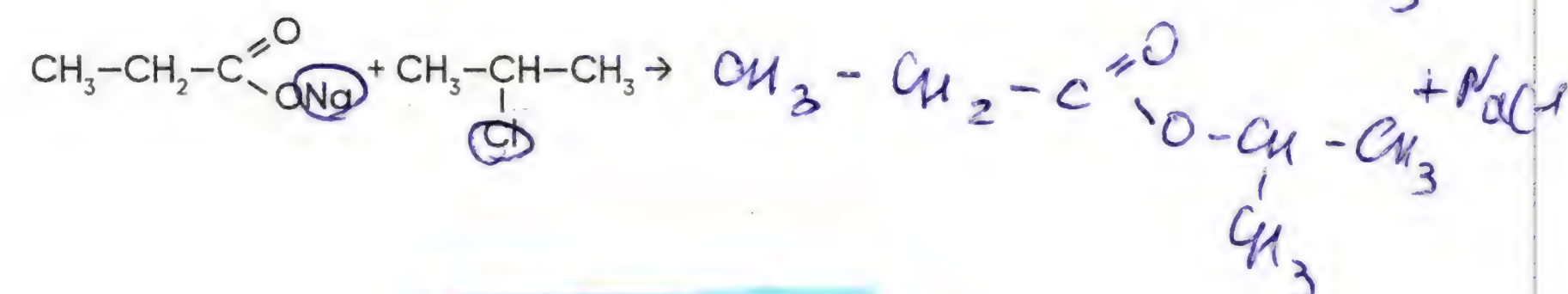
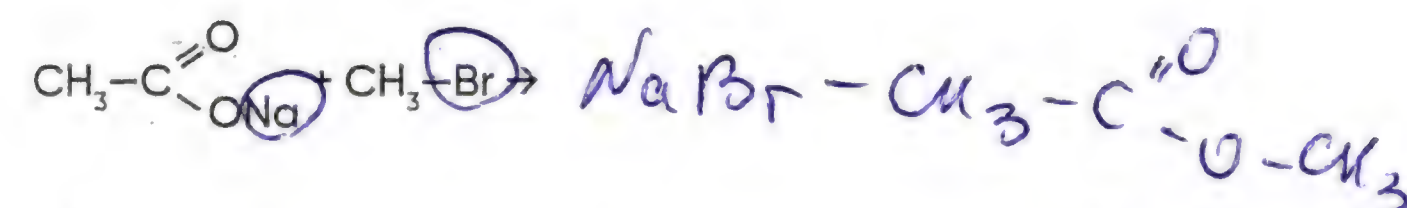
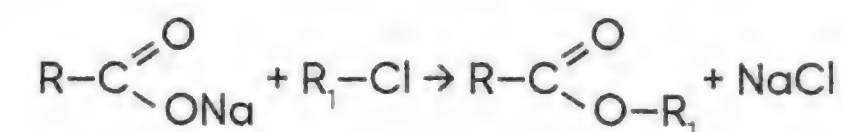
4. Разложение



5. Реакция Дюма

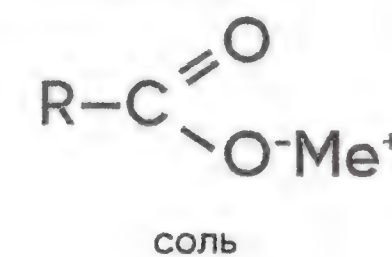
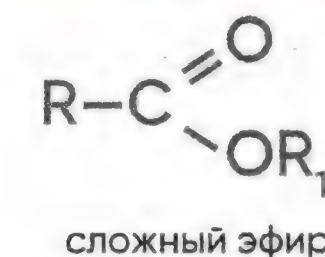
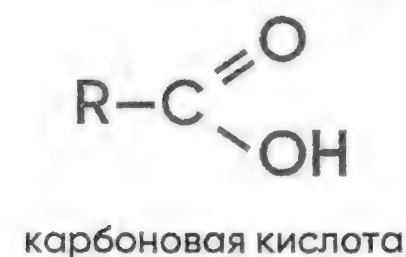


6. Алкилирование



Сложные эфиры

Сложные эфиры – производные кислородсодержащих кислот.



Физические свойства сложных эфиров

Водородные связи

N-H
O-H
F-H

Между молекулами сложных эфиров водородные связи не образуются

Более низкие температуры кипения и плавления

	CH ₃ COOH	CH ₃ COOCH ₃	CH ₃ COOC ₂ H ₅	CH ₃ COOC ₃ H ₇
Ткип, °C	118,1	57,1	77,0	101,6
Тплав, °C	16,75	-98,1	-84,0	-92,0

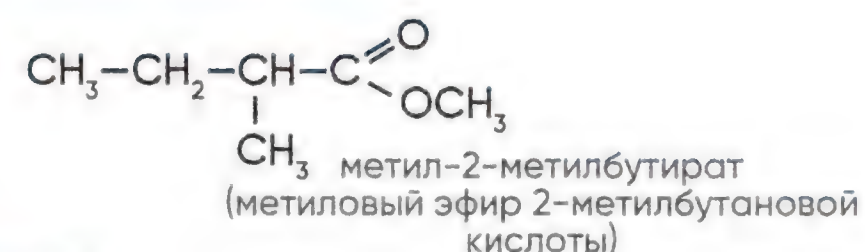
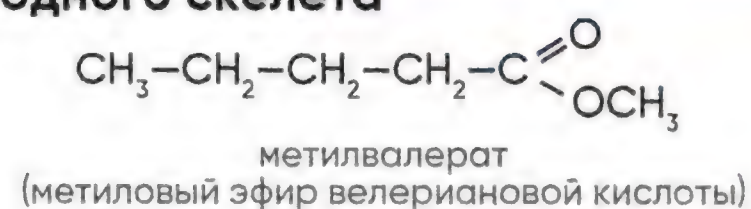
Обычно имеют специфический запах

Названия сложных эфиров на примере RCOOCH₃

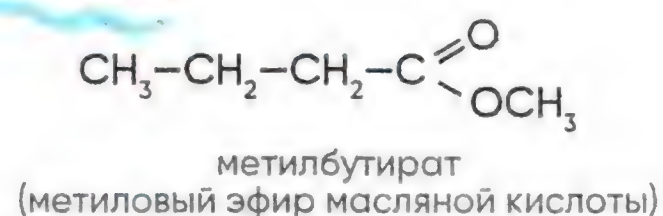
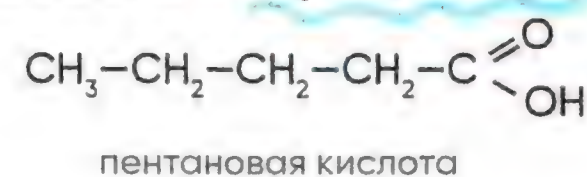
Формула	Название сложного эфира
$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир муравьиной кислоты; Метиловый эфир метановой кислоты; Метилметаноат; Метилформиат
$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир уксусной кислоты; Метиловый эфир этановой кислоты; Метилэтанат; Метилацетат
$\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир пропионовой кислоты; Метиловый эфир пропановой кислоты; Метилпропаноат; Метилпропионат
$\text{C}_3\text{H}_7-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир масляной кислоты; Метиловый эфир бутановой кислоты; Метилбутаноат; Метилбутират
$\text{C}_4\text{H}_9-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир валериановой кислоты; Метиловый эфир пентановой кислоты; Метилпентаноат; Метилвалерат
$\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир капроновой кислоты; Метиловый эфир гексановой кислоты; Метилгексаноат; Метилкапроат
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир пальмитиновой кислоты; Метиловый эфир гексадекановой кислоты; Метилгексадеканат; Метилпальмитат
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир стеариновой кислоты; Метиловый эфир октадекановой кислоты; Метилоктадеканат; Метилстеарат
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир олеиновой кислоты; Метиловый эфир цис-9-октадеценовой кислоты; Метил-цис-9-октадеценоат; Метилолеат
$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир акриловой кислоты; Метиловый эфир пропеновой кислоты; Метилпропеноат; Метилакрилат
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Метиловый эфир бензойной кислоты; Метиловый эфир бензолкарбоновой кислоты; Метилбензоат
$\text{CH}_3-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Диметиловый эфир щавелевой кислоты; Диметиловый эфир этандиовой кислоты; Диметилоксалат
$\text{CH}_3-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_3$	Диметиловый эфир малоновой кислоты; Диметиловый эфир пропандиовой кислоты; Диметилмалонат

Изомерия сложных эфиров

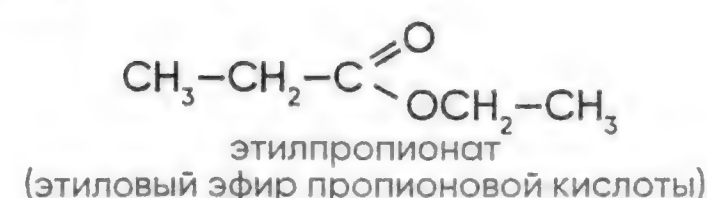
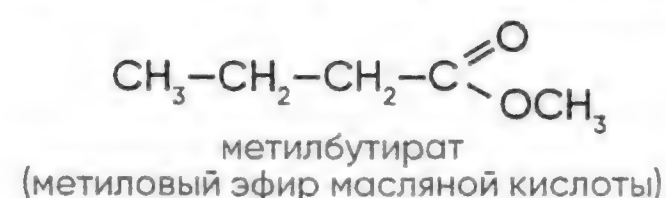
1. Углеродного скелета



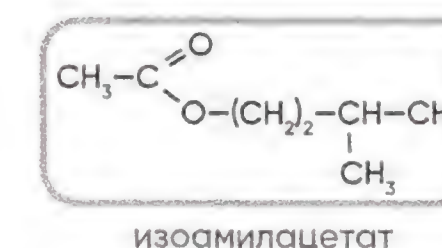
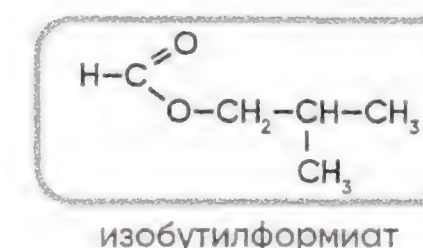
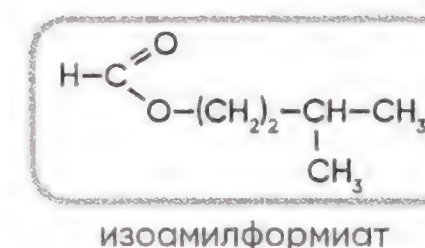
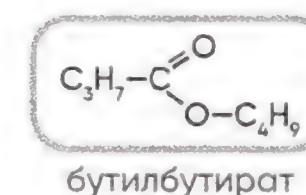
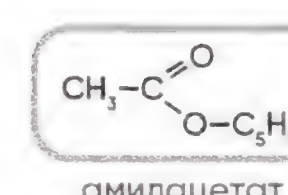
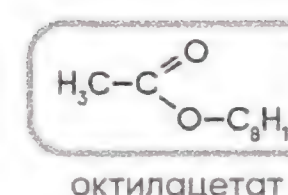
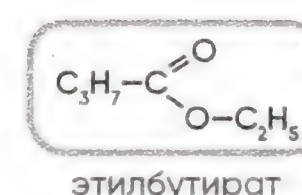
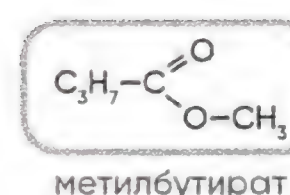
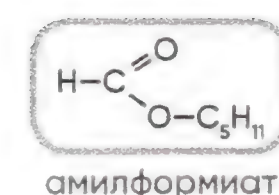
2. Межклассовая с карбоновыми кислотами



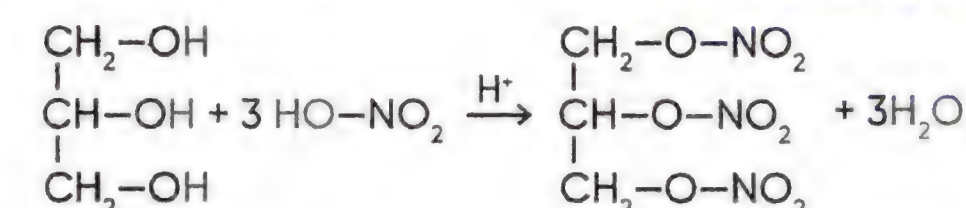
3. Изомерия положения функциональной группы



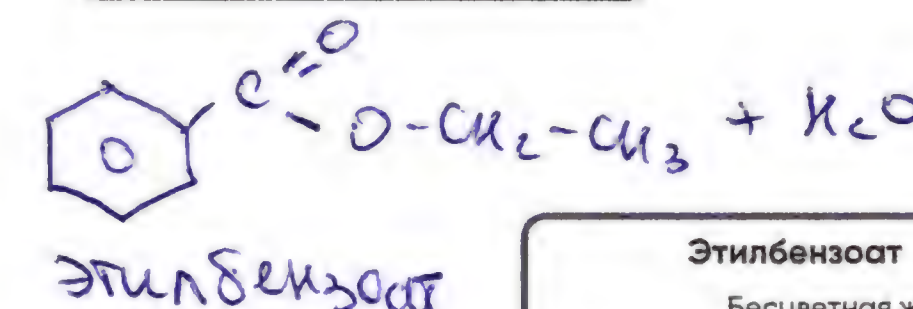
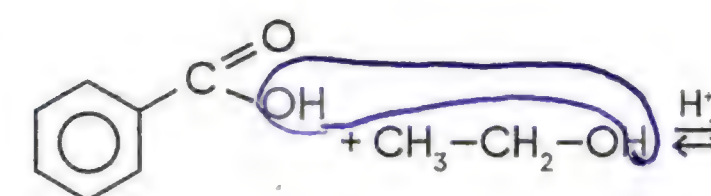
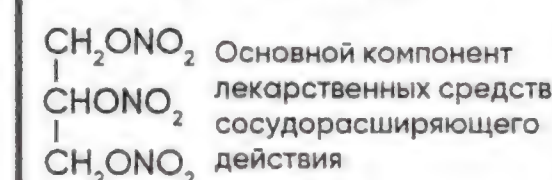
Многообразие сложных эфиров



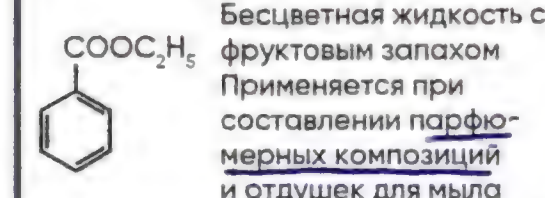
Многообразие сложных эфиров

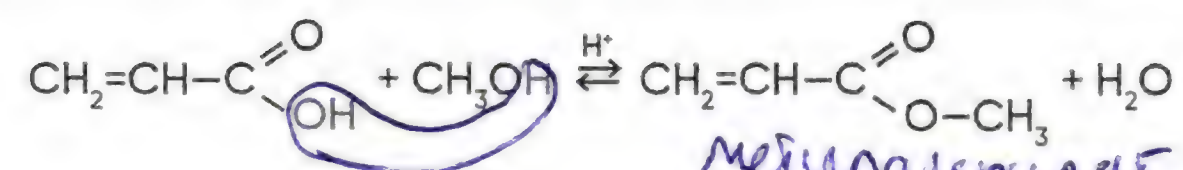


Нитроглицерин

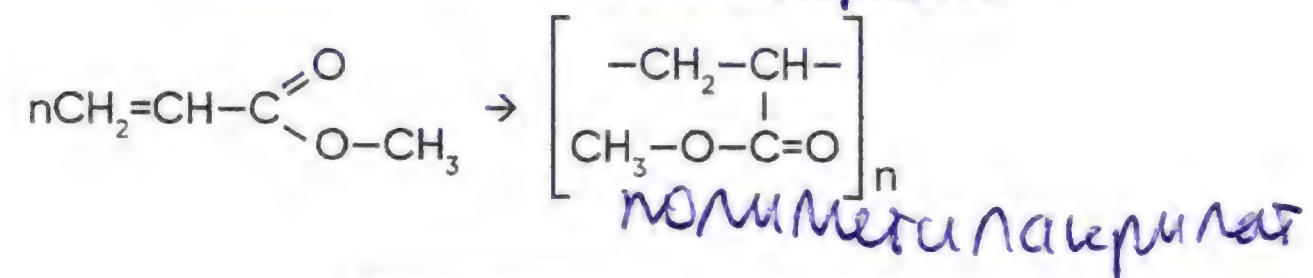


Этилбензоат



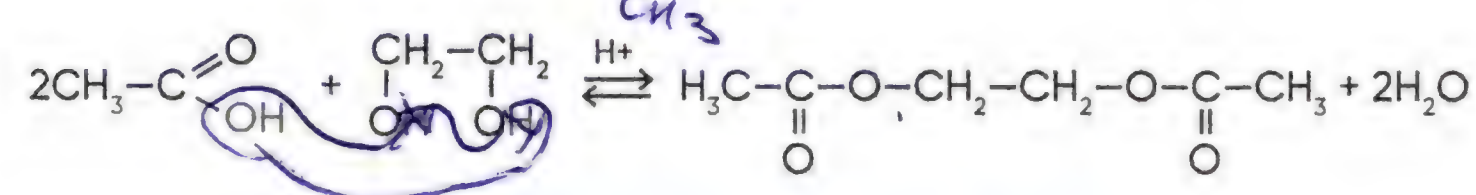
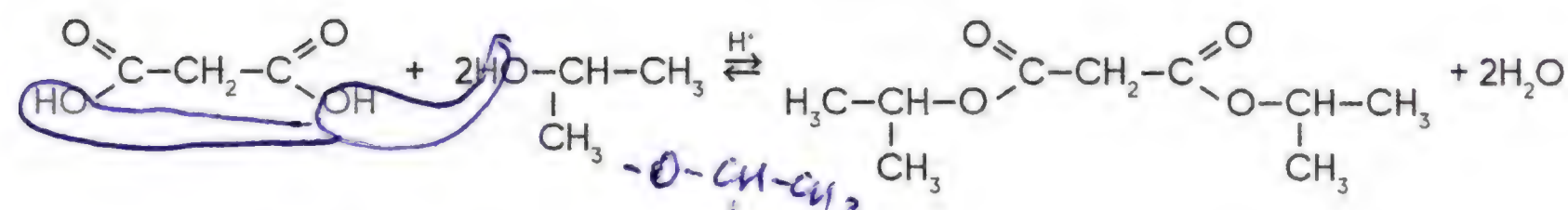
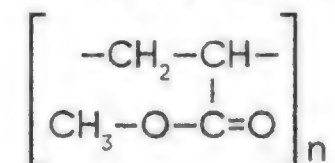


метилакрилат



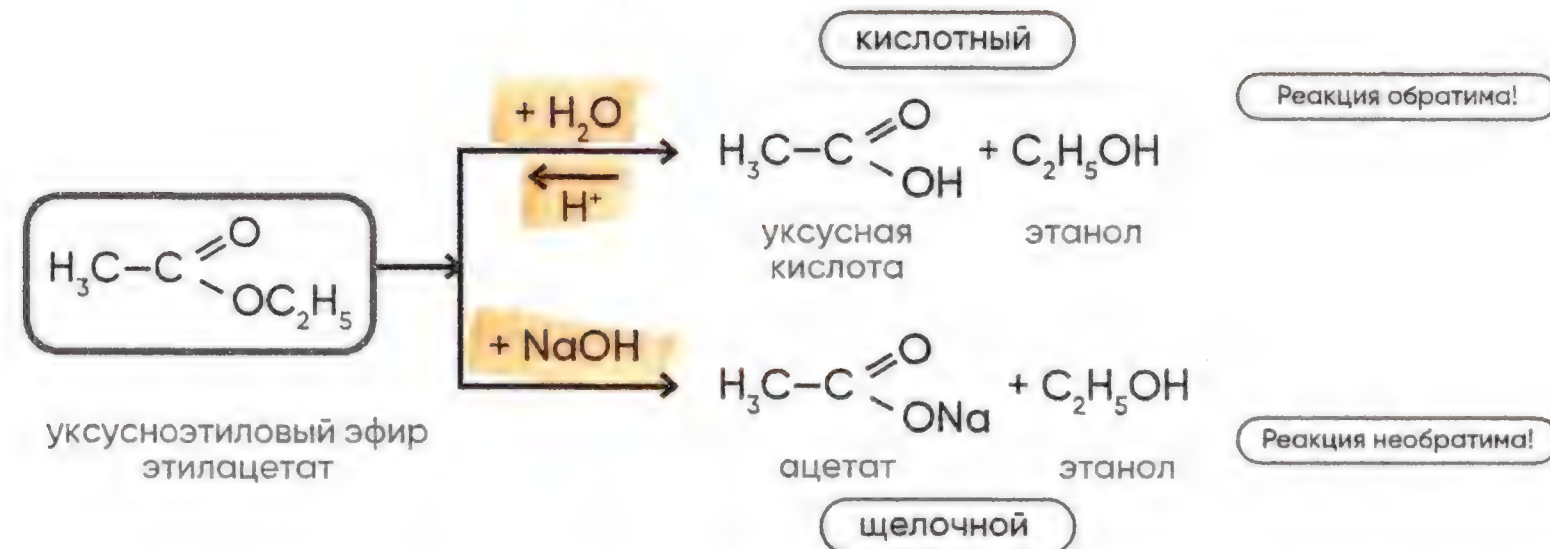
полиметилакрилат

Полиметилакрилат

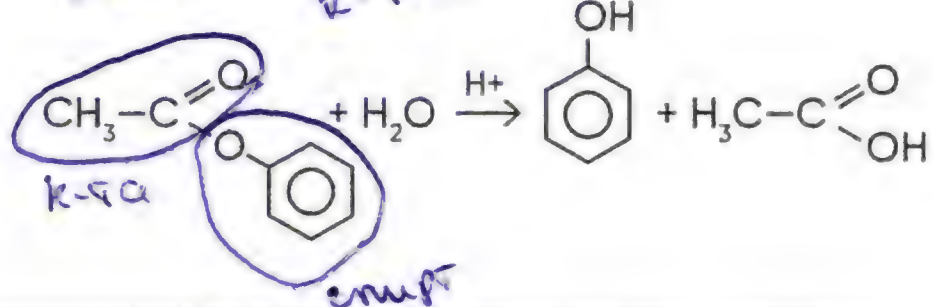
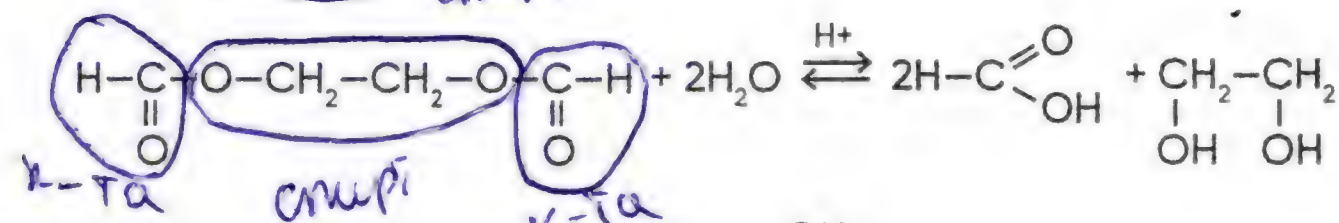
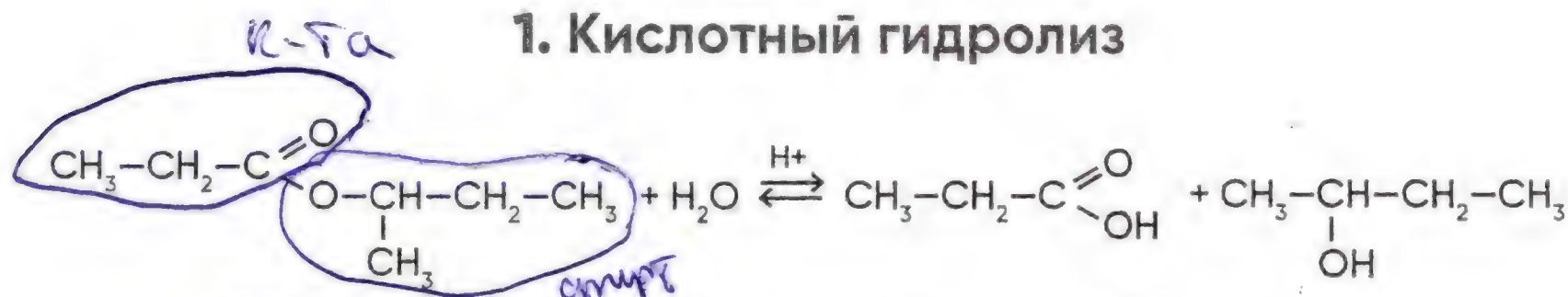


Химические свойства

Гидролиз

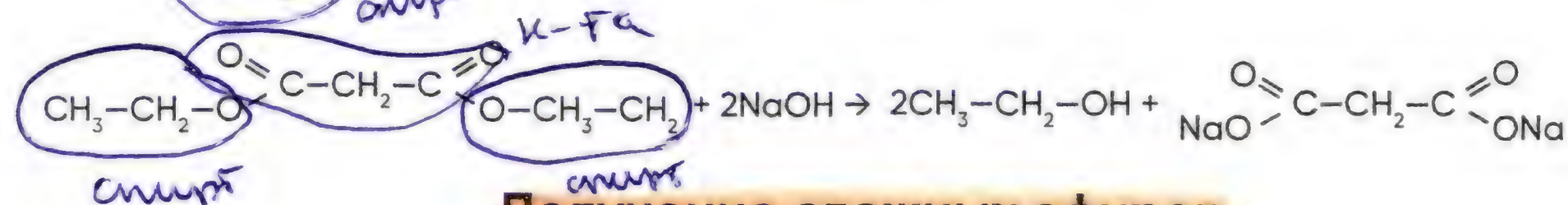
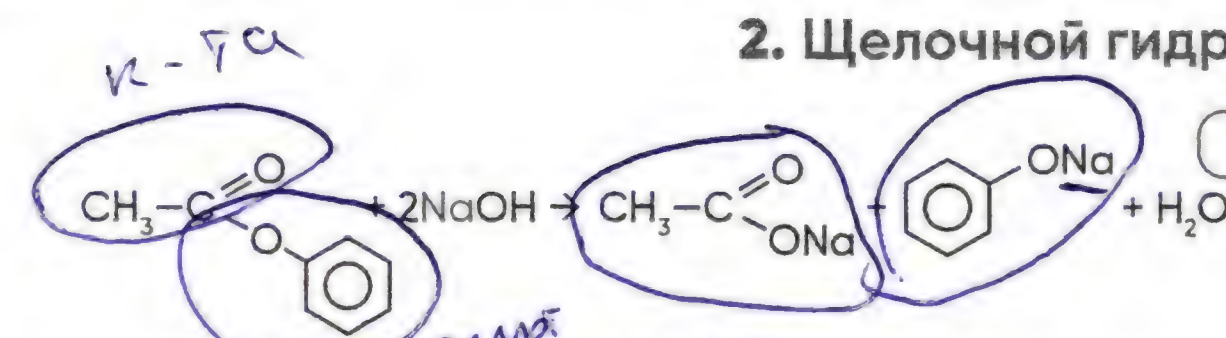


1. Кислотный гидролиз



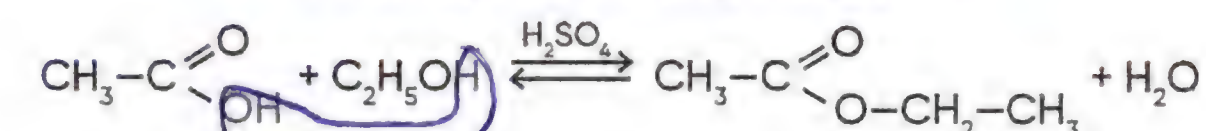
2. Щелочной гидролиз

обратите внимание!

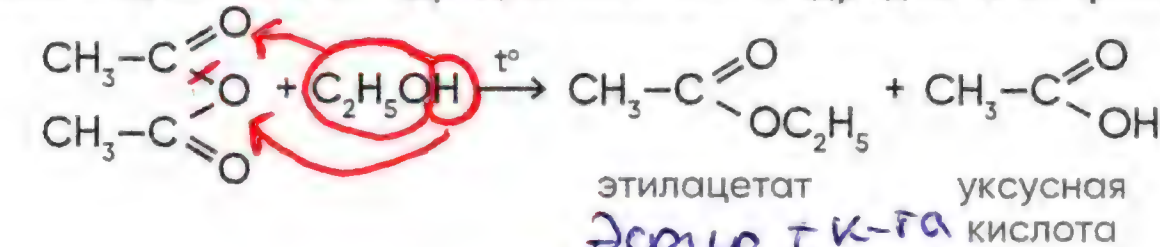


Получение сложных эфиров

Реакция этерификации



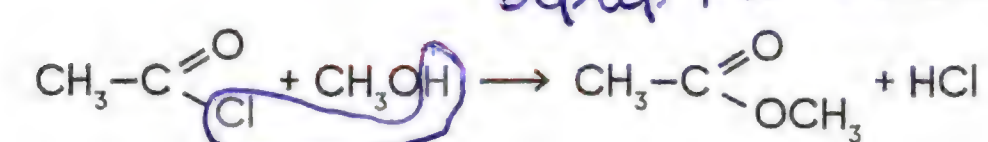
Взаимодействие ангидридов/галогенангидридов со спиртами



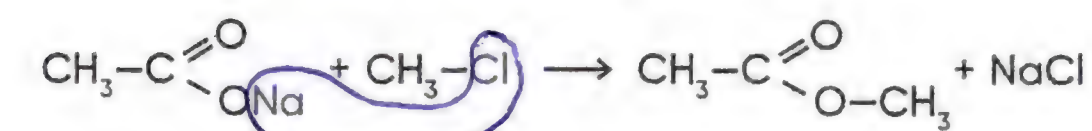
этилацетат

эфир + к-та

уксусная кислота

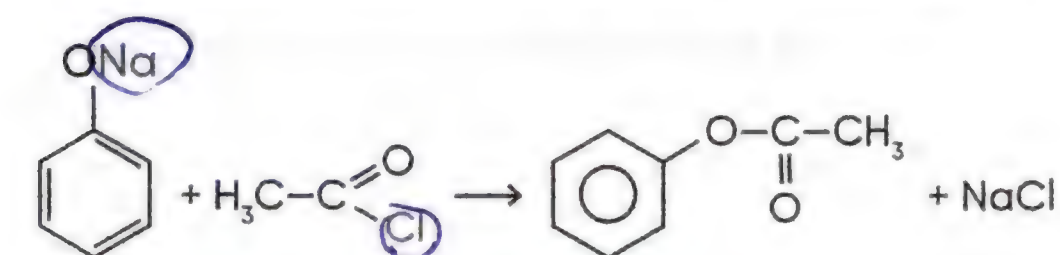


Соль + галогеналкан



Получение сложных эфиров фенола

Фенол не образует сложные эфиры с кислотами



Простые эфиры

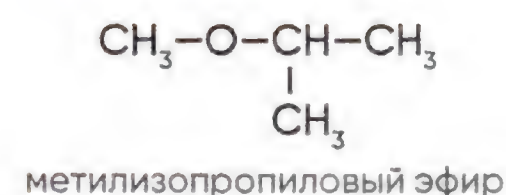
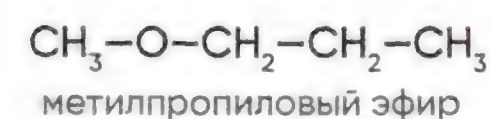


Общая формула простых эфиров

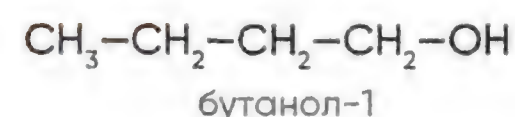
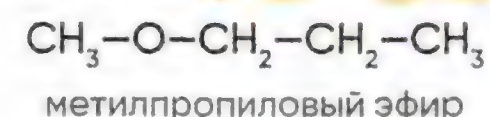
$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$	Диметиловый эфир, метоксиметан
$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	Метилэтиловый эфир, метоксиэтан
$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$	Диэтиловый эфир, этоксиэтан
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Метил-трет-бутиловый эфир, 2-метил-2-метоксипропан

Изомерия простых эфиров

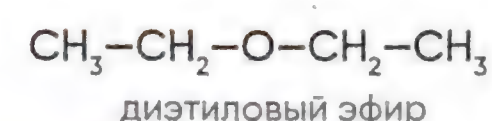
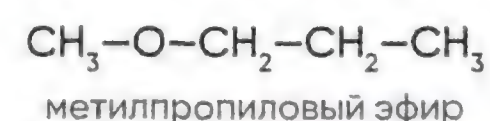
1. Углеродного скелета



2. Межклассовая (со спиртами)



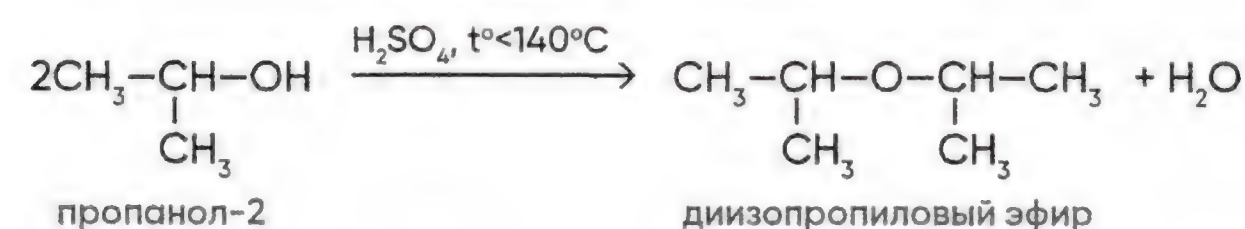
3. Положения гетероатома



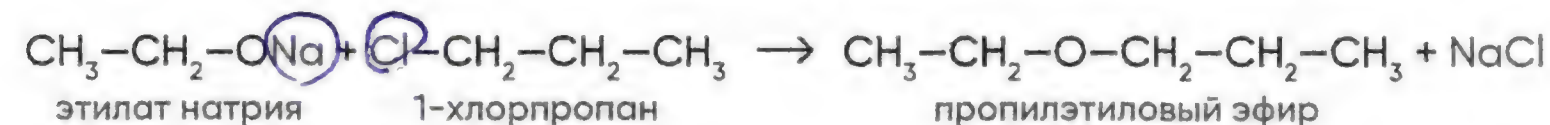
Получение простых эфиров

1. Межмолекулярная дегидратация спиртов

Условия: H_2SO_4 (конц), $t^\circ < 140^\circ\text{C}$



2. Взаимодействие алколятов с галогеналканами



Физические свойства простых эфиров

Водородные
связи
N—H
O—H
F—H

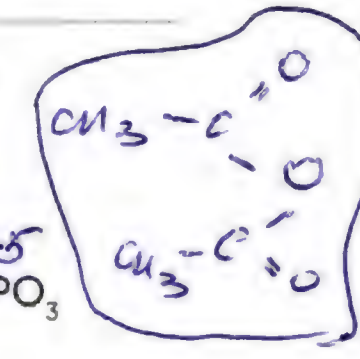
Между молекулами простых эфиров не образуются водородные связи
Более низкие температуры кипения и плавления

	CH_3OH	CH_3OCH_3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{OC}_2\text{H}_5$
Ткип, $^\circ\text{C}$	64,7	-24,9	78,4	34,6
Тплав, $^\circ\text{C}$	-97,0	-138,5	-114,3	-116,3

Низкая реакционная способность

летучие

Химические свойства карбоновых кислот

Тип реакции	Уравнение реакции
Диссоциация	$\text{RCOOH} \rightleftharpoons \text{RCOO}^- + \text{H}^+$ Примечание: сила кислоты зависит от природы радикала, связанного с карбоксильной группой: электронодонорные радикалы уменьшают силу кислоты, а электроноакцепторные – увеличивают
Реакции, приводящие к образованию солей	1. Взаимодействие с активными металлами (до H) $2\text{RCOOH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{RCOONa} + \text{H}_2 \uparrow$ 2. Взаимодействие с основаниями, с основными и амфотерными оксидами $\text{RCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{RCOOH} + \text{CaO} \rightarrow (\text{RCOO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$ 3. Взаимодействие с солями более слабых кислот $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{HCOOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{HCOONa} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH} \downarrow$ Примечание: соли карбоновых кислот легко гидролизуются и имеют щелочную среду водного раствора
Реакции образования ангидридов и галогенангидридов	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PBr}_5 \xrightarrow{+5} \text{CH}_3\text{COBr} + \text{POBr}_3 + \text{HBr}$ ацетилбромид $2\text{H}_3\text{C—C}(=\text{O})\text{OH} \xrightarrow{+5, \text{P}_2\text{O}_5} \text{H}_3\text{C—C}(=\text{O})\text{—O—C}(=\text{O})\text{—CH}_3 + 2\text{HPO}_3$ ангидрид 
Реакции этерификации (от лат. ether – эфир)	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ метиловый эфир уксусной кислоты
Реакции галогенирования	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CH}_2\text{Cl—COOH} + \text{HCl}$ монохлоруксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CHCl}_2\text{—COOH} + 2\text{HCl}$ дихлоруксусная кислота $\text{CH}_3\text{COOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CCl}_3\text{—COOH} + 3\text{HCl}$ трихлоруксусная кислота $\text{CH}_3\text{—}\overset{\alpha}{\text{CH}}_2\text{—COOH} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{кр}}} \text{CH}_3\text{—}\overset{\alpha}{\text{CH}}\text{Cl—COOH} + \text{HCl}$ α-хлорпропановая кислота Примечание: замещение атомов водорода происходит в α-положении по отношению к карбоксильной группе; введение галогена (электроноакцептора) резко усиливает кислотные свойства

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции образования амидов	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ уксусная кислота амид уксусной кислоты
Реакции горения	$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 + (1,5n-1)\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$
Реакции дикарбоновых кислот	Для дикарбоновых кислот характерны все химические свойства монокрбонных, но взаимодействие протекает по двум карбоксильным группам 1. Декарбоксилирование $\text{HOOC-COOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{HC}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{CO}_2$ щавелевая кислота муравьиная кислота 2. Дегидратация $\begin{bmatrix} \text{COOH} \\ \text{COOH} \end{bmatrix} \xrightarrow{t^\circ} \begin{bmatrix} \text{C}=\text{O} \\ \text{C}=\text{O} \end{bmatrix} + \text{H}_2\text{O}$

Химические свойства непредельных карбоновых кислот

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции по карбоксильной группе	1. Взаимодействие с основаниями $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOONa} + \text{H}_2\text{O}$ акриловая кислота акрилат натрия 2. Взаимодействие с основными оксидами $2\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{CaO} \rightarrow (\text{CH}_2=\text{CHCOO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$ акриловая кислота акрилат кальция 3. Образование сложных эфиров $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCOO-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ этиловый эфир акриловой кислоты Примечание: наиболее сильными кислотными свойствами будут обладать непредельные кислоты, содержащие кратную связь в α- или β-положении, по мере удаления кратной связи ее влияние ослабляется
Реакции по двойной связи	1. Гидрирование $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{COOH}$ акриловая кислота пропионовая кислота 2. Галогенирование $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBrCOOH}$ 3. Гидрогалогенирование $\text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2\text{COOH}$ Примечание: гидрогалогенирование идет «против» правила В. В. Марковникова 4. Окисление $3\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\rightarrow \begin{bmatrix} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{bmatrix} + 2\begin{bmatrix} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OK} \end{bmatrix} + 2\text{MnO}_2$ α,β-диоксипропионовая кислота

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции по двойной связи	5. Полимеризация $n \text{H}_2\text{C}=\text{CH} \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}-)_n$ COOH COOH акриловая кислота полиакриловая кислота Примечание: продукт полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты – органическое стекло 6. Гидратация $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \begin{bmatrix} \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}=\text{O} \\ \quad \quad \\ \text{OH} \quad \quad \text{OH} \end{bmatrix}$

Химические свойства ароматических кислот (на примере бензойной кислоты)

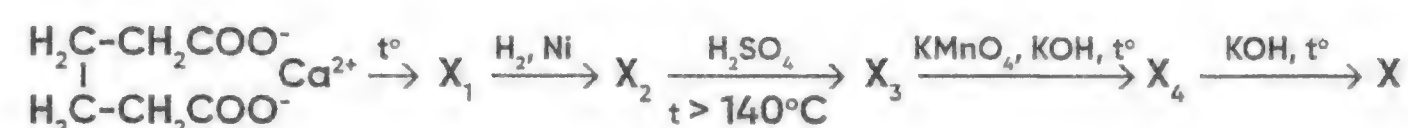
Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции по карбоксильной группе	1. Взаимодействие с основаниями $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ бензойная кислота бензоат натрия 2. Реакция этерификации $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ метилбензоат
Реакции по бензольному кольцу	1. Электрофильное замещение Бензойная кислота вступает в реакции замещения, причем водород замещается в мета-положении: а) галогенирование $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3} \text{C}_6\text{H}_4(\text{Br})\text{COOH} + \text{HBr}$ 3-бромбензойная кислота б) нитрование $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ 3-нитробензойная кислота

Химические свойства сложных эфиров

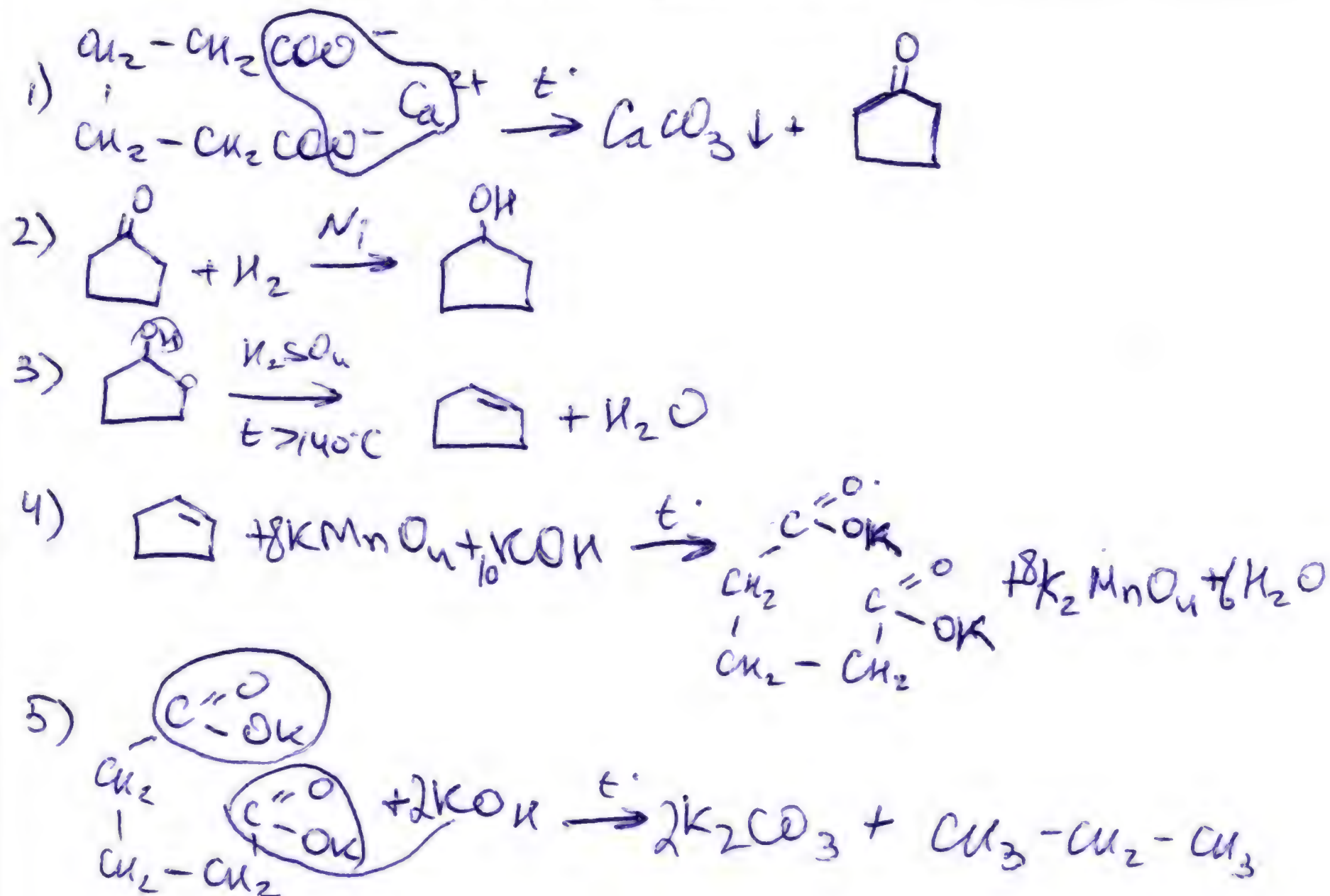
Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции гидролиза	$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этилацетат уксусная кислота этанол
	Гидролиз в щелочной среде: $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этилацетат ацетат натрия этанол
	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OCOCH}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_3\text{C-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ фениловый эфир уксусной кислоты фенолят натрия ацетат натрия
Реакции окисления	Горение (полное окисление) $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2 + (1,5n-1)\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$

Задание 1 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.



Задание 2 (12 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите все вещества, с которыми не взаимодействуют и уксусная, и муравьиная кислоты. Запишите номера выбранных ответов.

- карб. к-та
- ☒ Ca
☒ N₂
☒ HCl
☒ Cu
☒ CH₃OH

Ответ: 234

Задание 3 (12 КИМ)

Из предложенного перечня веществ выберите все вещества, которые взаимодействуют с уксусной кислотой. Запишите номера выбранных ответов.

- к-та
- ☒ хлорид фосфора (V) PCl₅
☒ гидрокарбонат натрия
☒ оксид меди (II) основ. ок.
☒ оксид азота (II)
☒ оксид фосфора (V) P₂O₅

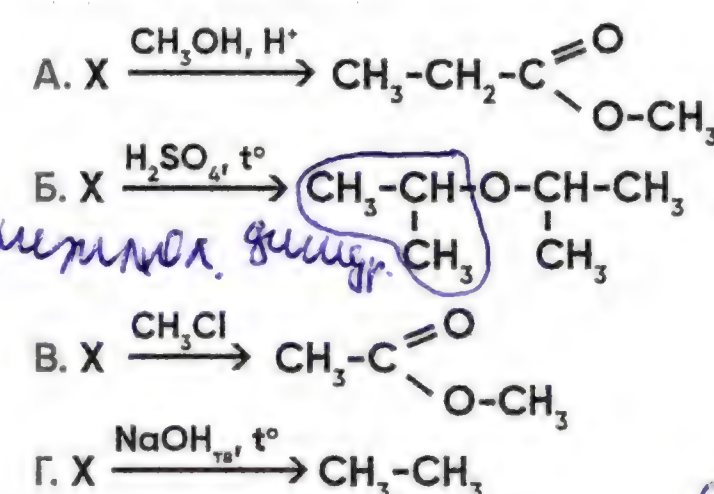
Ответ: 1235

Задание 4 (15 КИМ)

Установите соответствие между схемой реакции и веществом X, принимающим в ней участие: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Схема реакции

Вещество X



1. пропанол-1
 2. пропанол-2
 3. ацетат натрия
 4. пропионат натрия
 5. пропионовая кислота
 6. уксусная кислота

Ответ:

А	Б	В	Г
5	2	3	4

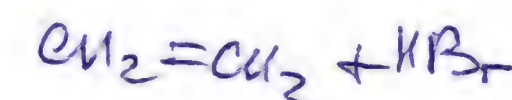
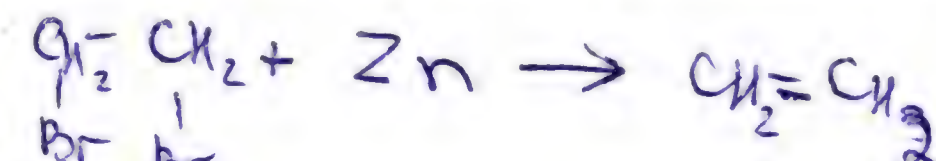
Задание 5 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1. этилен
 2. ацетилен
 3. этанол
 4. этаналь
 5. хлорэтан



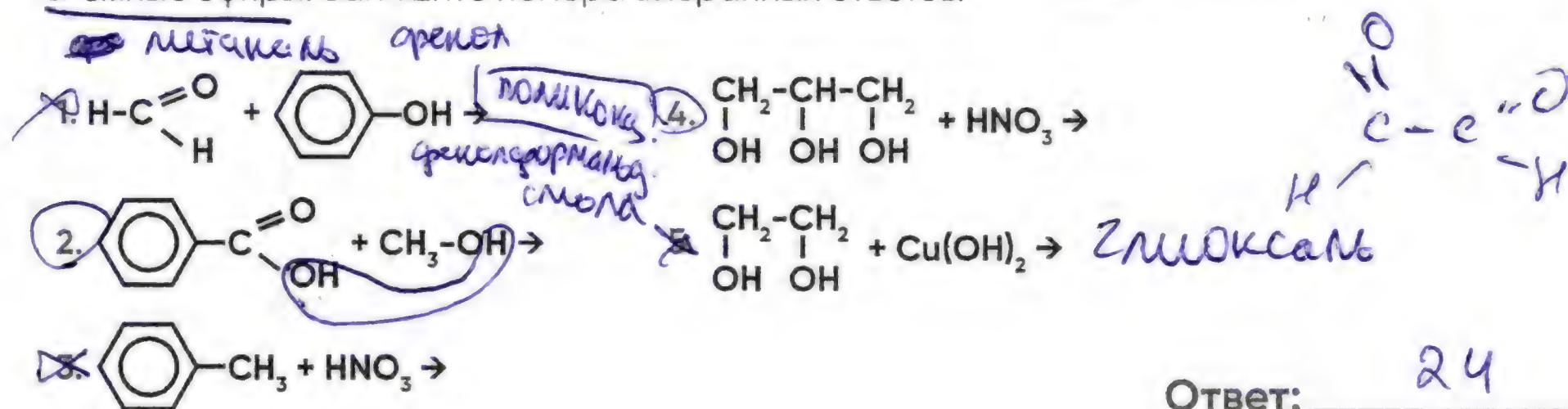
Ответ:

Х	Y
1	3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Задание 6 (12 КИМ)

Из предложенного перечня выберите схемы всех реакций, в результате которых образуются сложные эфиры. Запишите номера выбранных ответов.

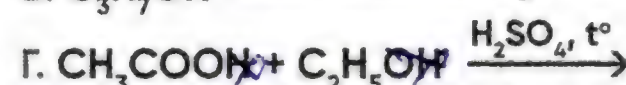
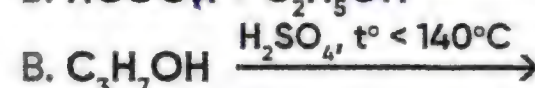
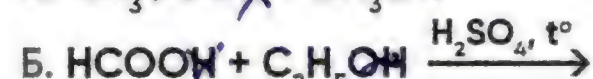
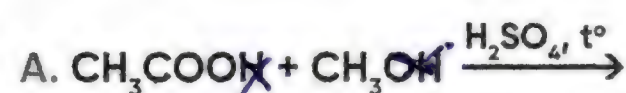


Задание 7 (15 КИМ)

Установите соответствие между схемой реакции и продуктом, преимущественно образующимся в результате этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Вещество

Продукт



1. метилацетат

2. этилформиат

3. метилформиат

4. этиловый эфир уксусной кислоты

5. дипропиловый эфир

6. метилэтиловый эфир

Ответ:

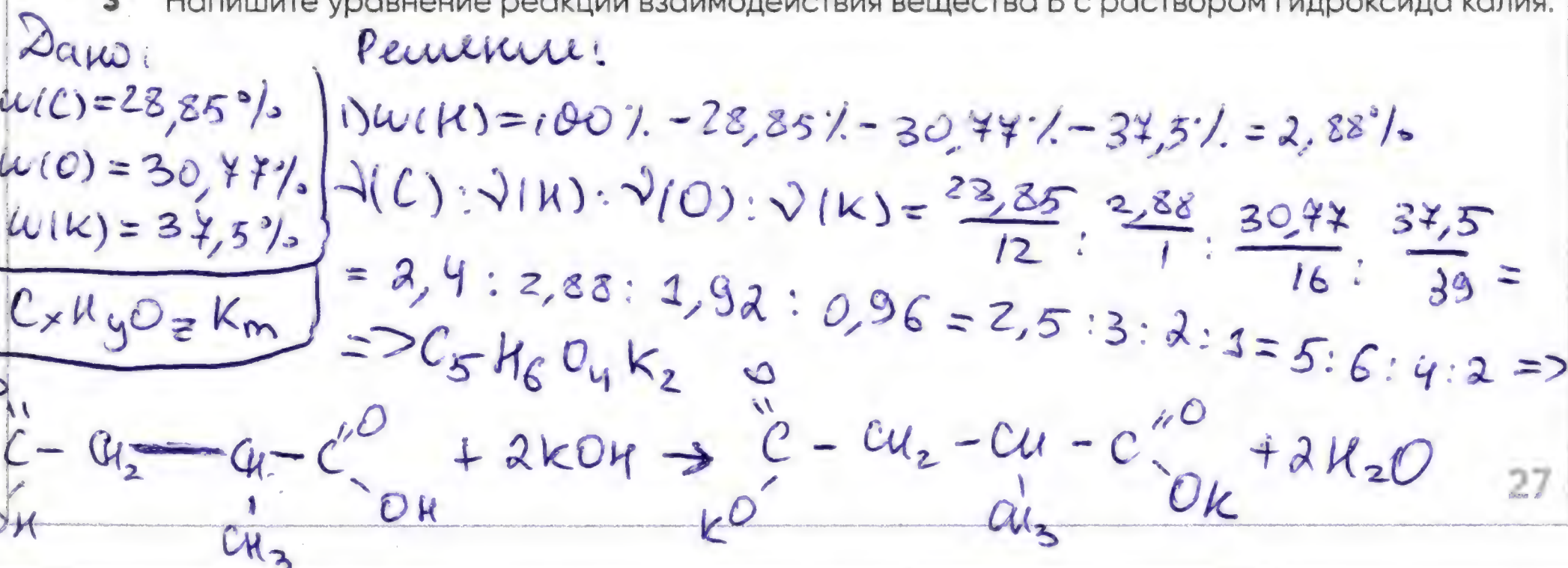
А Б В Г
 1 2 5 4

Задание 8 (34 КИМ)

Некоторое вещество А содержит 28,85% углерода, 30,77% кислорода, 37,5% калия по массе и водород. Известно, что данное вещество образуется при взаимодействии органического вещества Б с раствором гидроксида калия в соотношении 1:2. При этом вещество Б имеет в своей структуре третичный атом углерода.

На основании данных условия задачи:

- Проведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества А;
- Составьте структурную формулу этого вещества, которая отображает порядок связи атомов в его молекуле;
- Напишите уравнение реакции взаимодействия вещества Б с раствором гидроксида калия.

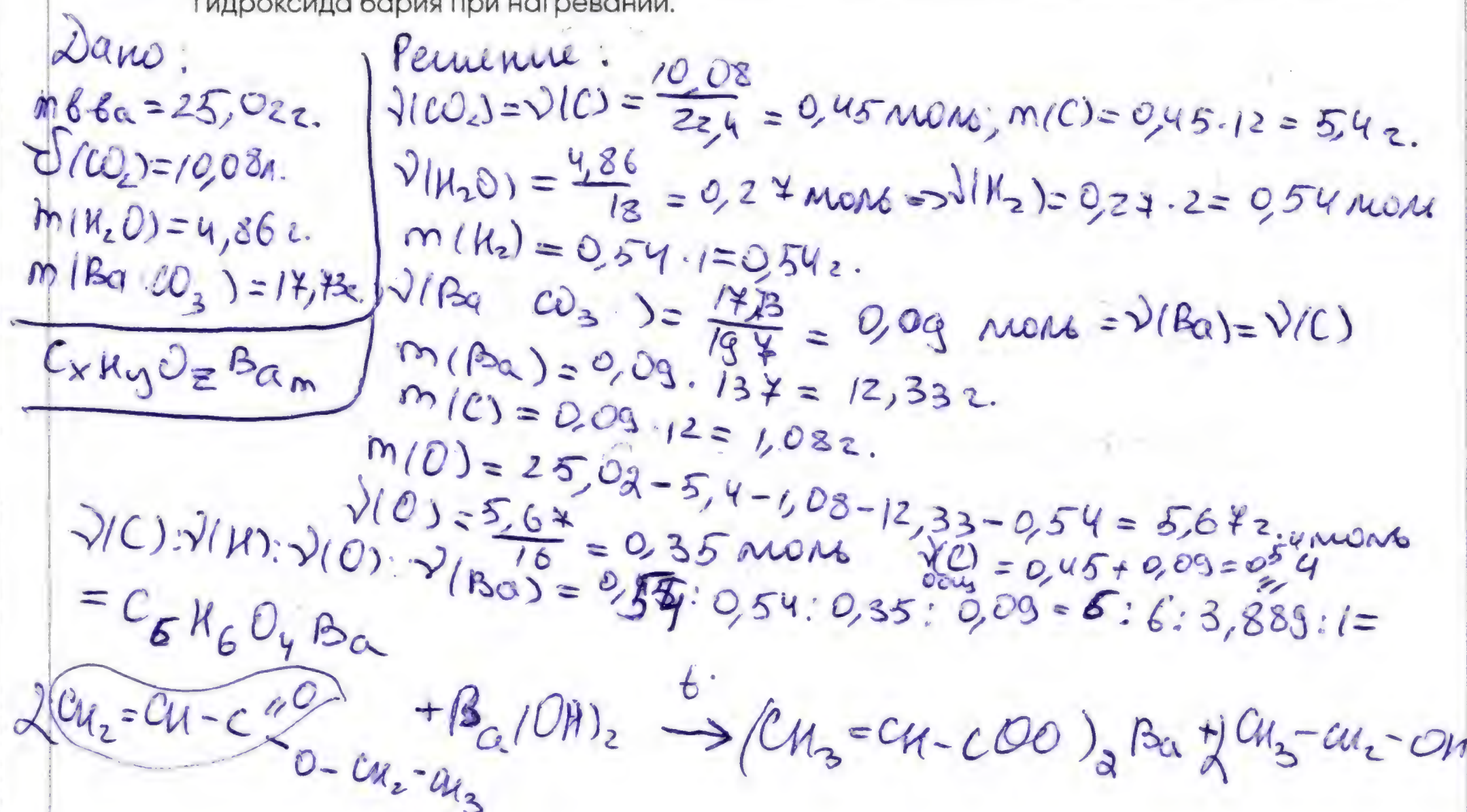


Задание 9 (34 КИМ)

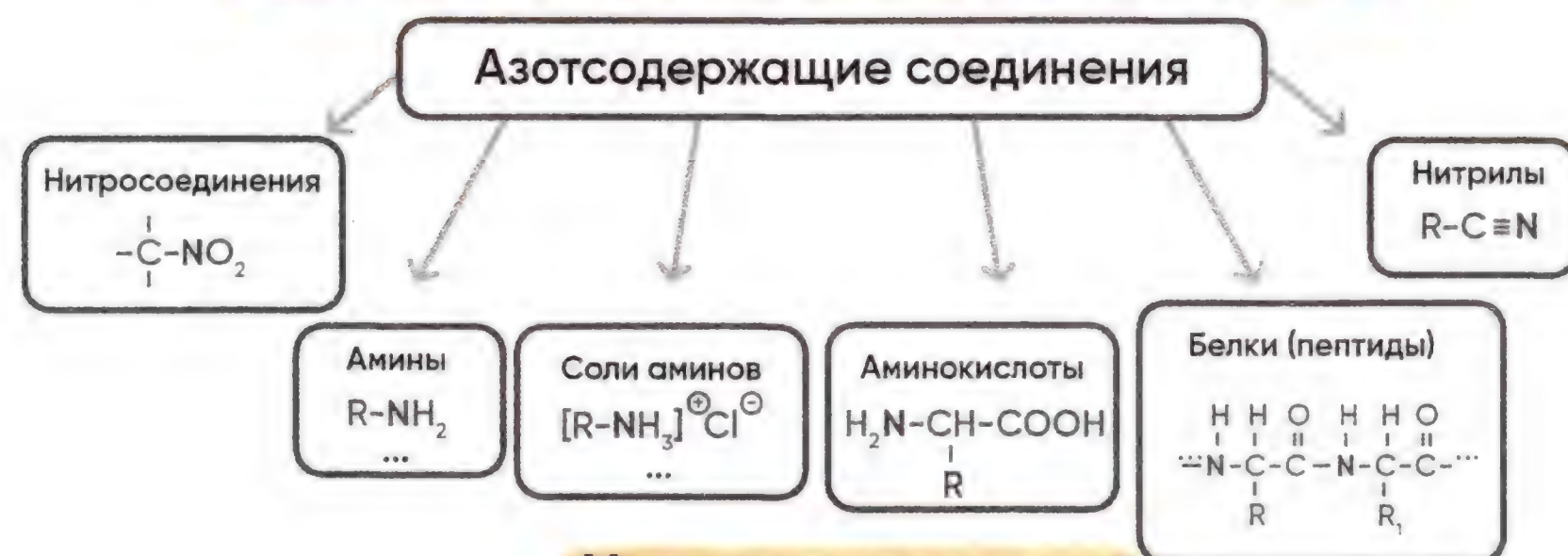
При сгорании органического вещества А массой 25,02 г получено 10,08 л (н.у.) углекислого газа, 4,86 г воды и 17,73 г карбоната бария. Известно, что вещество А может быть получено в результате взаимодействия сложного эфира Б с гидроксидом бария при нагревании, причем общее число атомов углерода в данном эфире равно 5.

На основании данных условия задачи:

- Проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества А;
- Составьте возможную структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- Напишите уравнение реакции получения вещества А с помощью вещества Б и раствора гидроксида бария при нагревании.

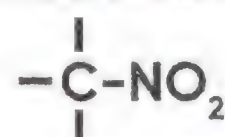


Азотсодержащие органические соединения. Амины, нитросоединения, соли аминов.

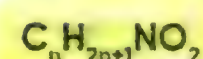


Нитросоединения

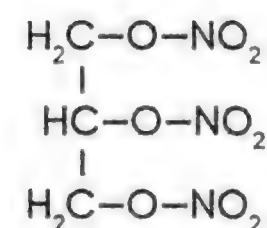
Нитросоединения – органические соединения, содержащие одну или несколько нитрогрупп (NO₂), непосредственно связанных с атомом углерода.



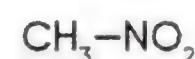
Общая формула нитроалканов:



Обратите внимание



сложный эфир глицерина
и азотной кислоты

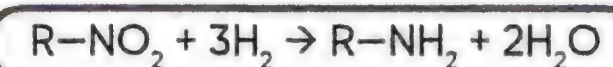


нитросоединение

Химические свойства нитросоединений

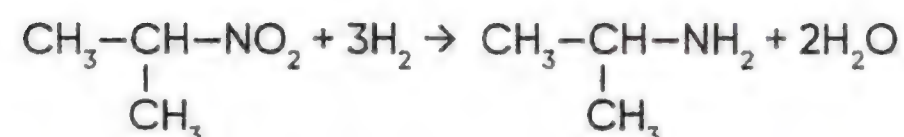
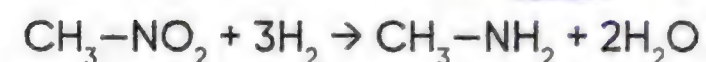
1. Восстановление водородом

Катализатор: Ni

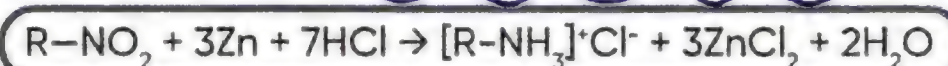


Обратите внимание!

Образуется амин!



2. Восстановление смесью Zn/Fe и HCl

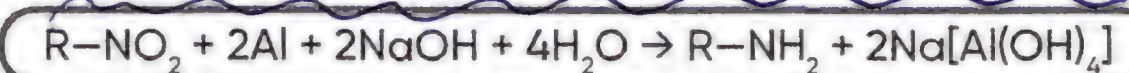


Обратите внимание!

Образуется соль амина!

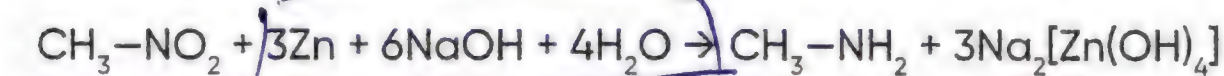
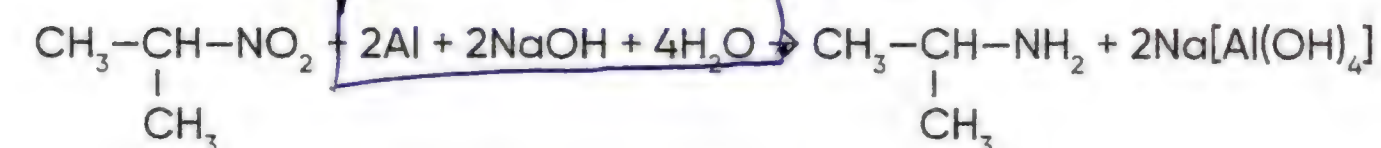


3. Восстановление смесью Al/Zn и NaOH



Обратите внимание!

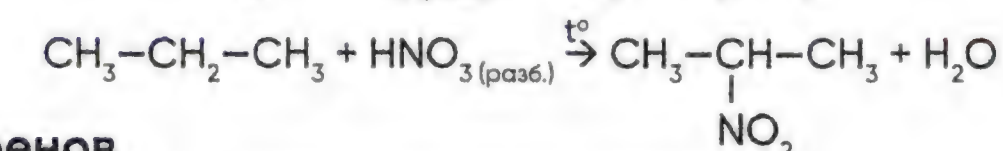
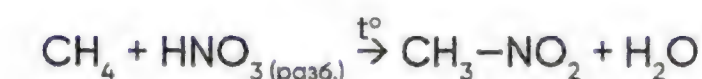
Образуется амин!



Способы получения нитросоединений

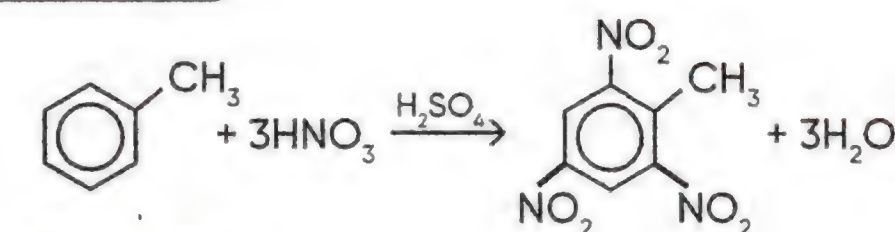
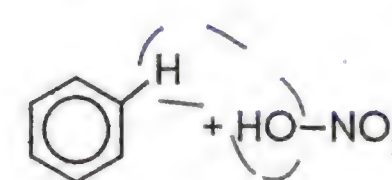
1. Нитрование алканов (реакция Коновалова)

t°

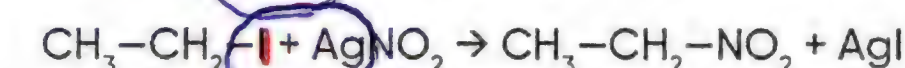
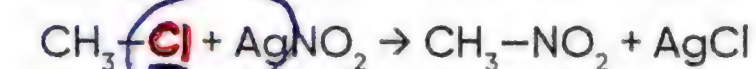
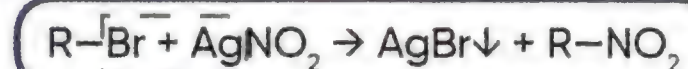


2. Нитрование ароматов

Катализатор – H₂SO₄ (конц.)



3. Взаимодействие галогеналкана с нитритом серебра



Осадки галогенидов серебра:
AgCl – белый творожистый осадок
AgBr – бледно-жёлтый осадок
AgI – жёлтый осадок

AgCl

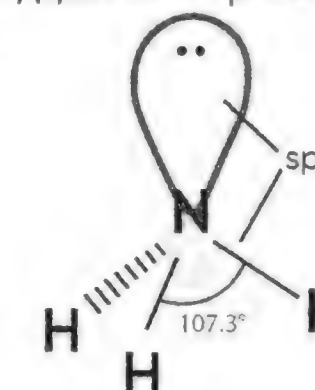
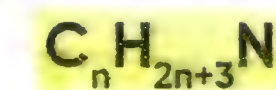
AgBr

AgI

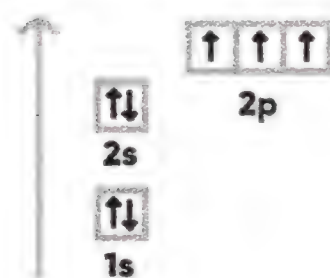
Амины

Амины – органические производные аммиака, в молекуле которого один, два или три атома водорода замещены на углеводородные радикалы.

Общая формула предельных аминов:

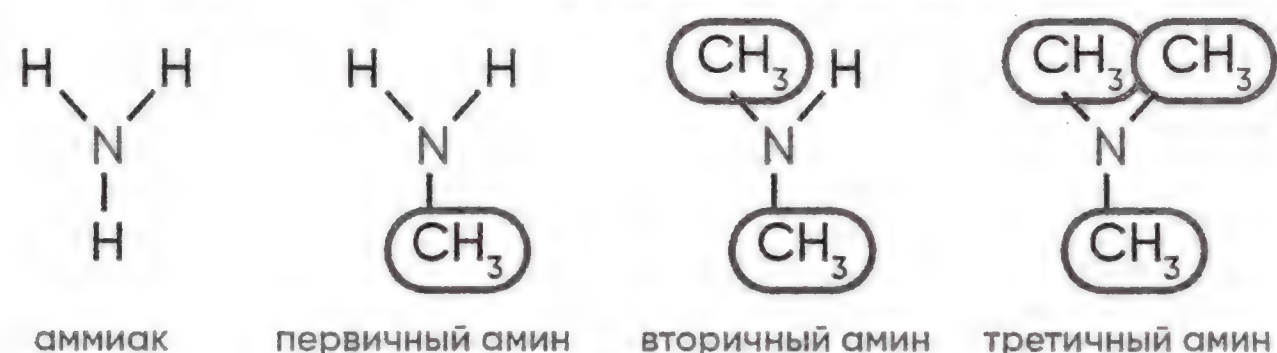


N

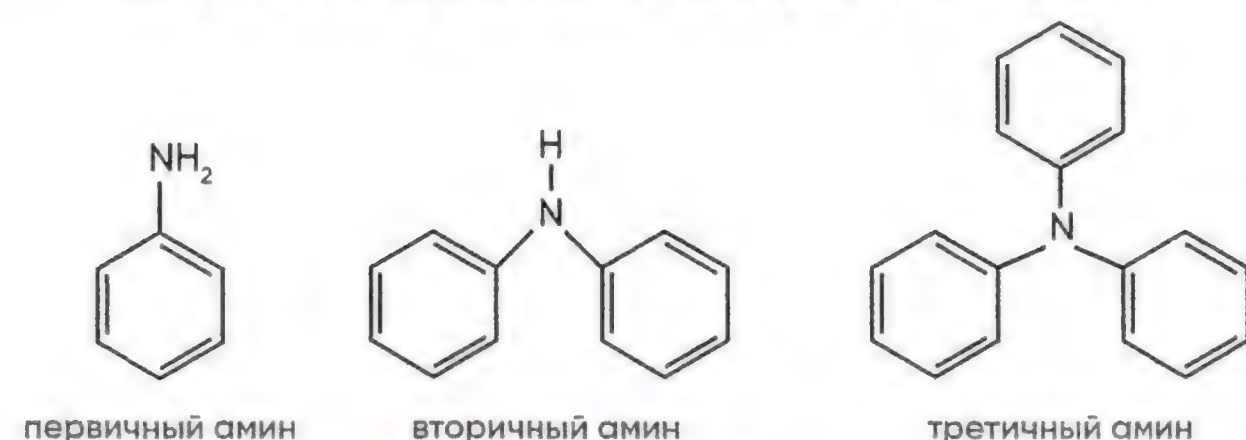


Максимальная валентность азота: IV
Максимальная степень окисления: +5

Амины – производные аммиака



Амины с ароматическим кольцом



Классификация аминов

1. По количеству заместителей в аммиаке

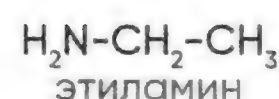
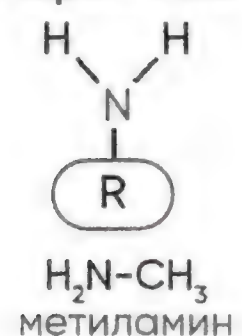
- первичные
- вторичные
- третичные

2. По типу углеродного скелета

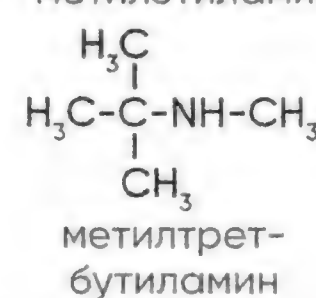
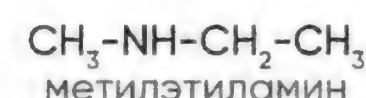
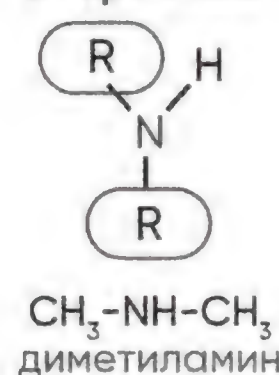
- предельные
- непредельные
- ароматические

1. По количеству заместителей в аммиаке

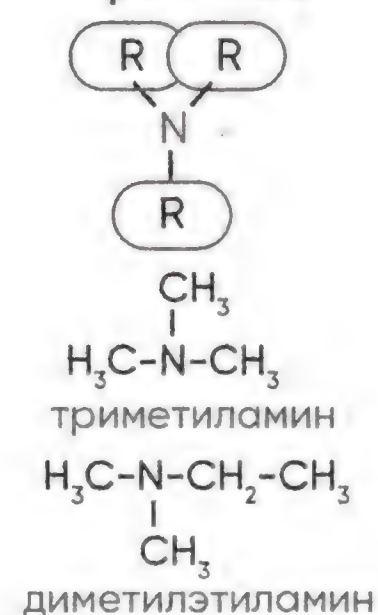
Первичные



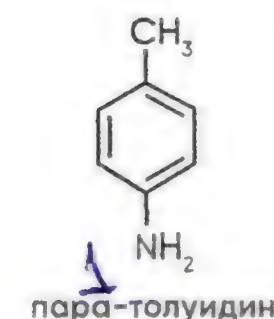
Вторичные



Третичные

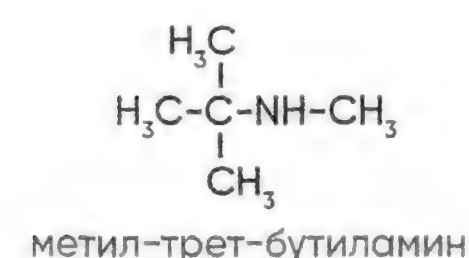
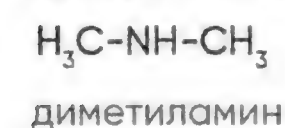


R – углеводородный радикал:
 - CH₃
 - CH₂-CH₃
 - CH(CH₃)₂
 ...

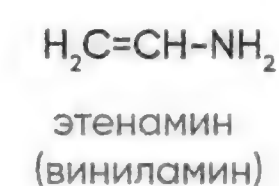
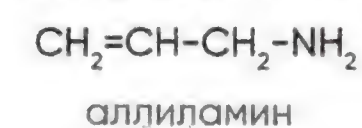


2. По типу углеродного скелета

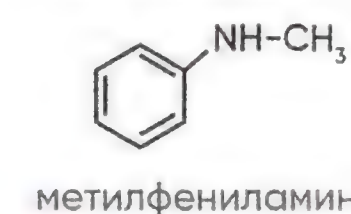
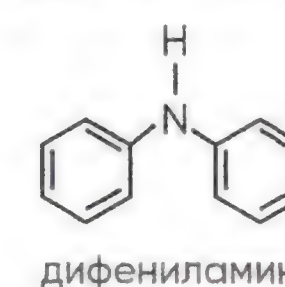
Предельные



Непредельные



Ароматические



Виды изомерии аминов

Изомерия

Структурная

Углеродного скелета

Положения функциональной группы (аминогруппы)

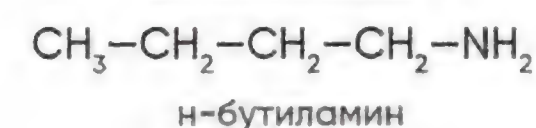
Изомерия между типами аминов

Пространственная (оптическая изомерия)

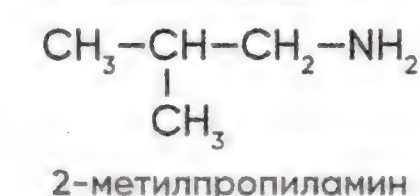
Структурная

а) Углеродного скелета

Вещество

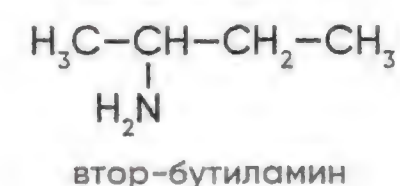


Изомеры

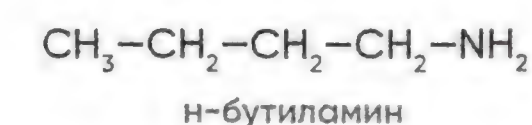


б) Положения функциональной группы (аминогруппы)

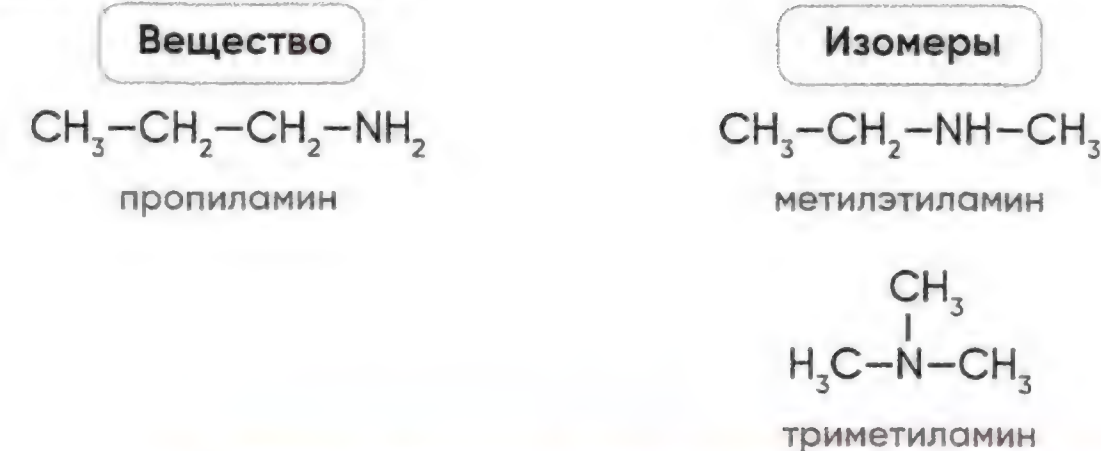
Вещество



Изомеры

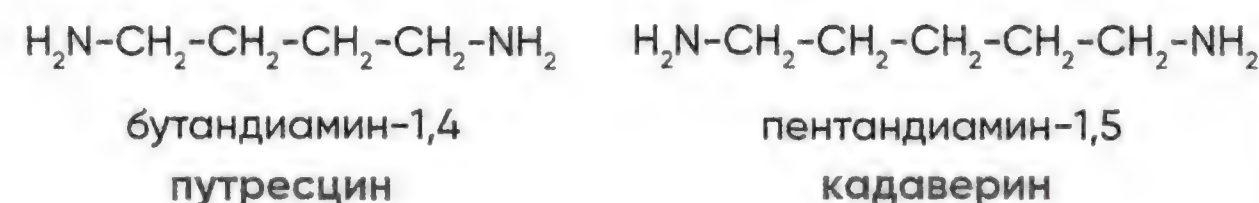


в) Изомерия между типами аминов



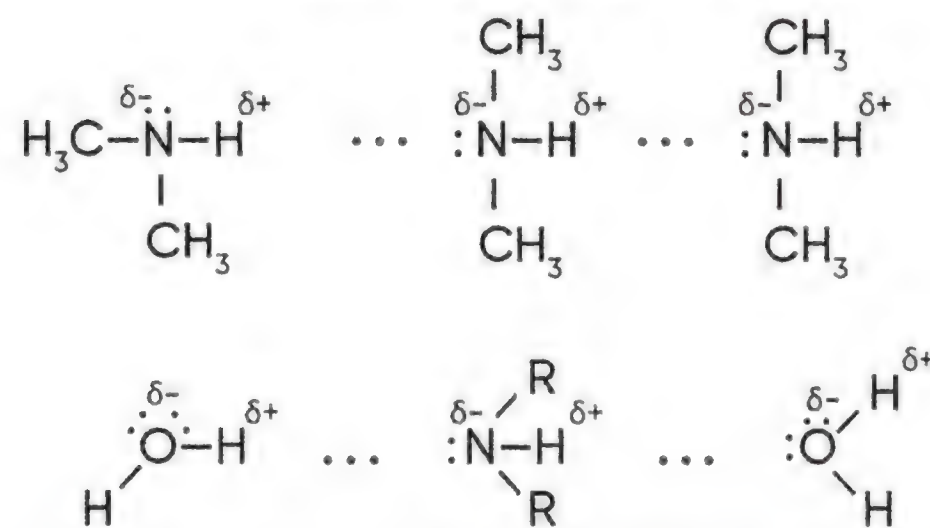
Физические свойства аминов

- $\text{C}_1\text{--C}_3$ — газы с запахом аммиака *= NH_3 ↑ - газ с резким запахом*
- $\text{C}_4\text{--C}_{12}$ — жидкости с рыбным запахом *(запах селедки)*
- C_{13} и далее — твёрдые вещества
- Простейшие амины хорошо растворимы в воде
- С увеличением молекулярной массы растворимость уменьшается



Путресцин и кадаверин — диамины, имеющие «трупный запах», являются ядами и могут вызывать отравление — птоминальное отравление.

Водородные связи



Низшие амины хорошо растворимы в воде

Водородные связи в водном растворе

Химические свойства алифатических аминов

I. Основные свойства

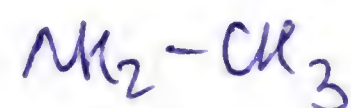
1. Взаимодействие с водой
2. Взаимодействие с кислотами:
 - а) минеральными
 - б) органическими
3. Взаимодействие с солями

II. Другие свойства

1. Взаимодействие с азотистой кислотой
2. Алкилирование

III. Окисление

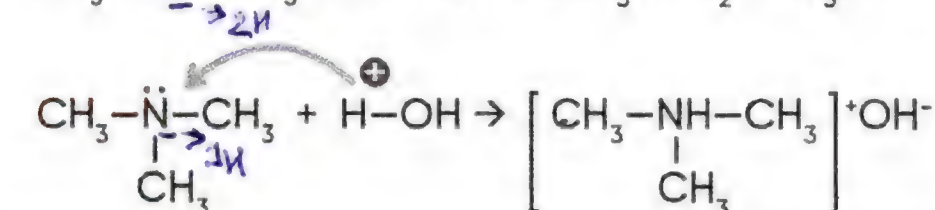
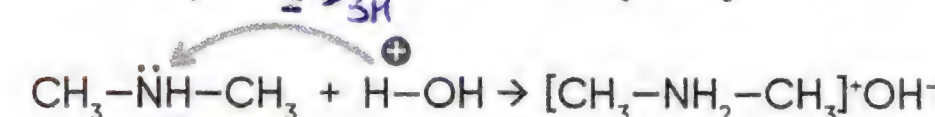
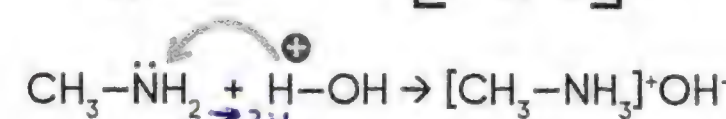
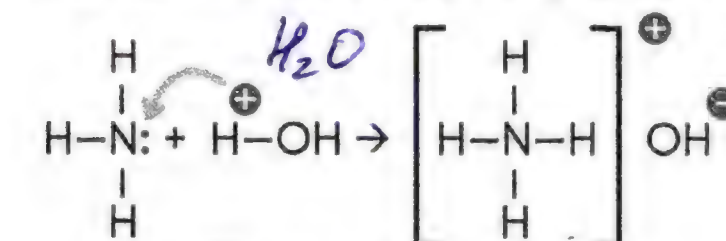
1. Горение



I. Основные свойства Основность аминов



1. Взаимодействие с водой



Аммиак < третичные амины < первичные амины < вторичные амины

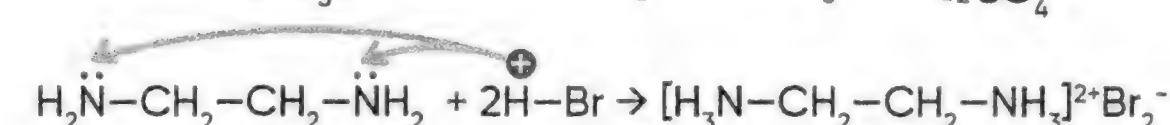
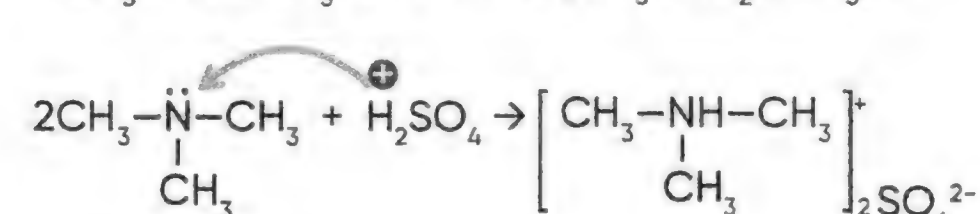
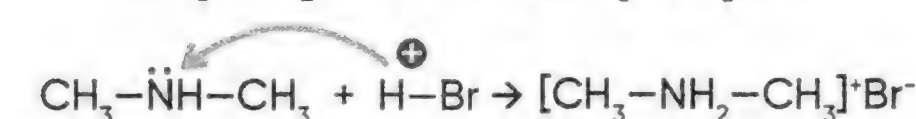
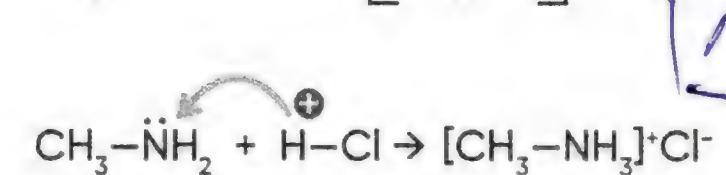
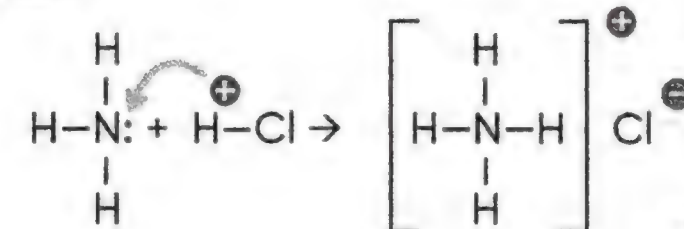
Низшие амины

Окраска индикаторов в щелочной среде:

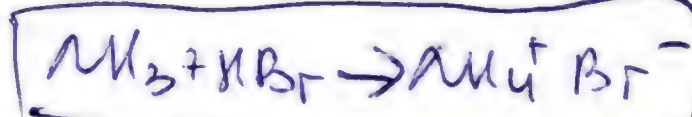


2. Взаимодействие с кислотами

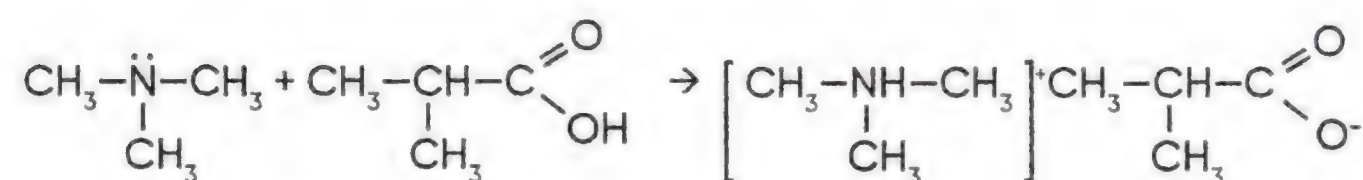
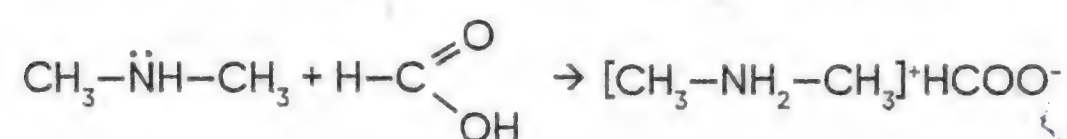
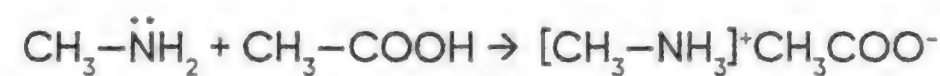
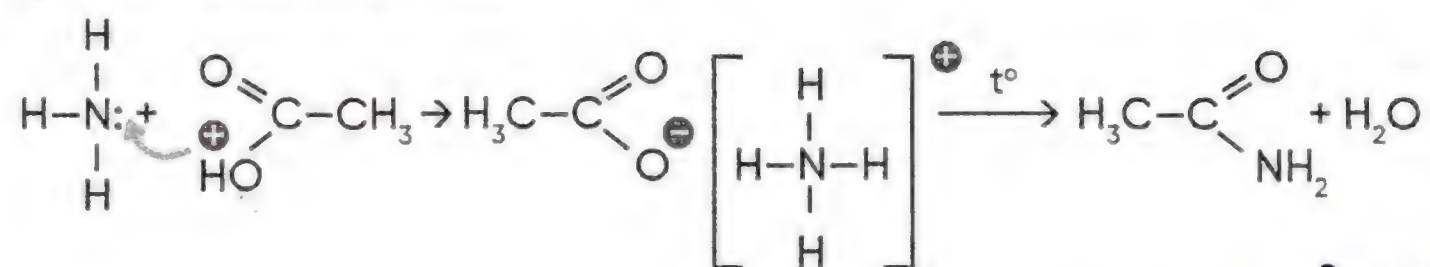
а) с минеральными кислотами:



похоже на реакцию с аммиаком

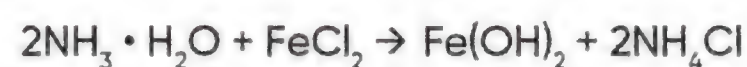


б) с органическими кислотами:

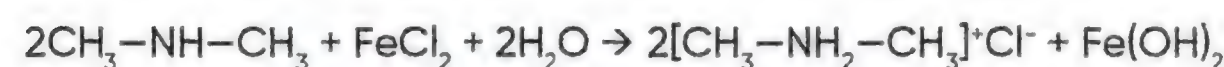
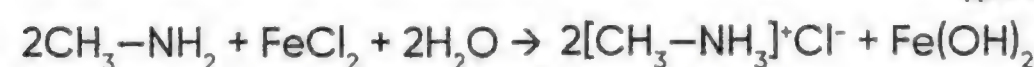


3. Взаимодействие с солями

С солями, образованными слабым основанием и сильной кислотой



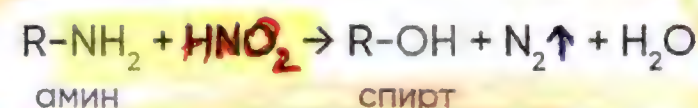
Качественная реакция
для низших аминов!



II. Другие свойства

1. Взаимодействие с азотистой кислотой

а) первичные амины

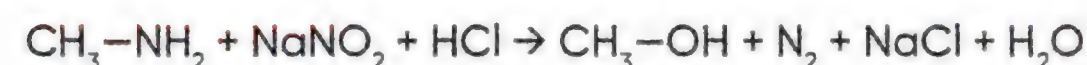
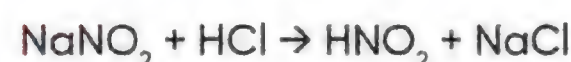


амин

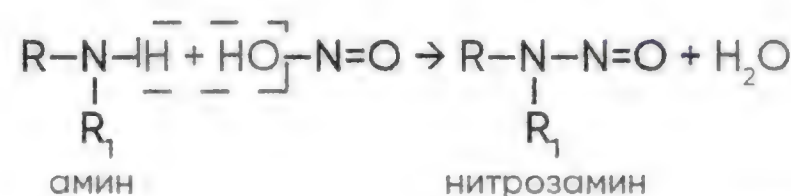
спирт

Обратите внимание!

Качественная реакция

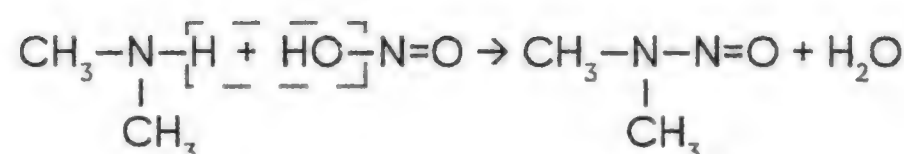


б) вторичные амины – нитрозосоединения:



амин

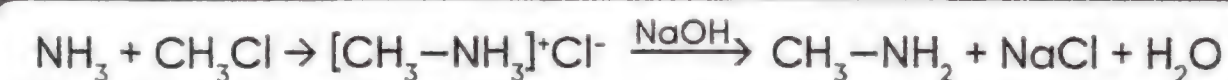
нитрозамин



Диметилнитрозамин
Канцероген!

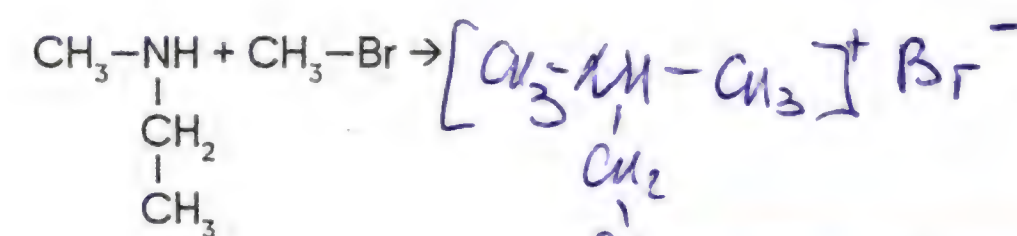
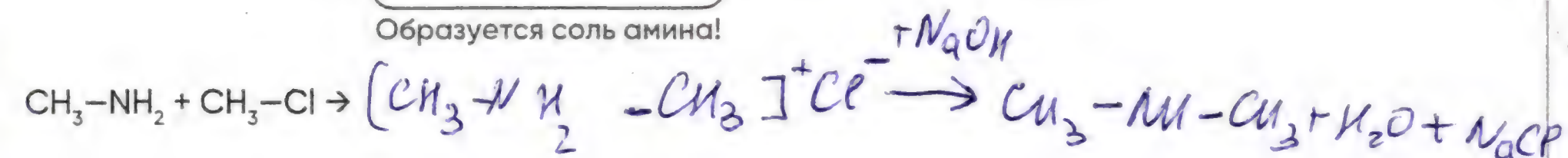
Нитрозамины –
часто оранжевые или
желтые маслянистые
жидкости/твердые
вещества с характерным
запахом

2. Алкилирование



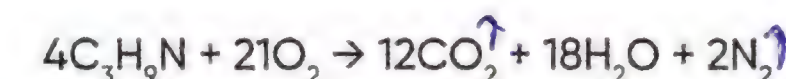
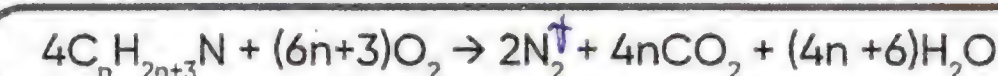
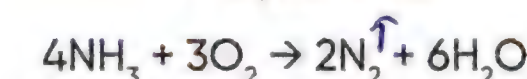
Обратите внимание!

Образуется соль амина!



III. Окисление

1. Горение



Получение аминов

I. Промышленные способы

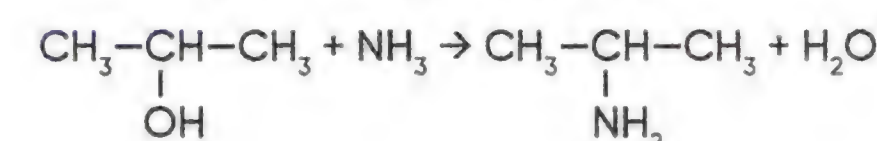
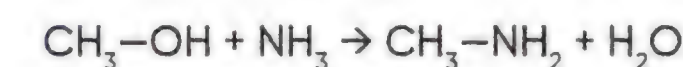
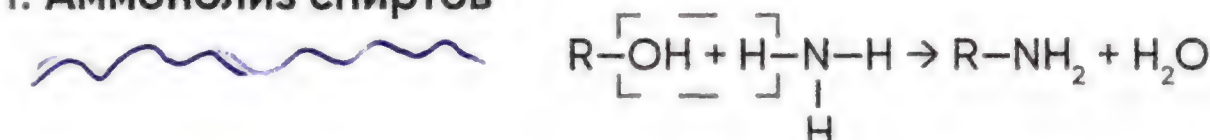
1. Аммонолиз спиртов
2. Гидрирование нитрилов
3. Восстановление нитросоединений

II. Лабораторные способы

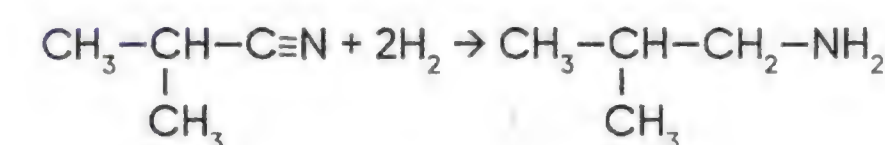
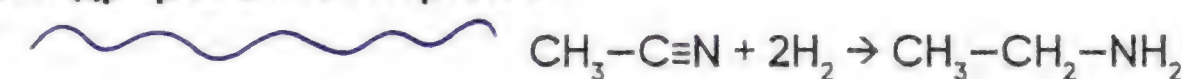
1. Взаимодействие солей аминов с щелочами
2. Алкилирование аммиака

Промышленные способы

1. Аммонолиз спиртов



2. Гидрирование нитрилов

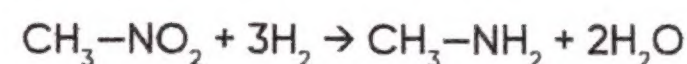


гидролиз:
соол NH_3
 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$

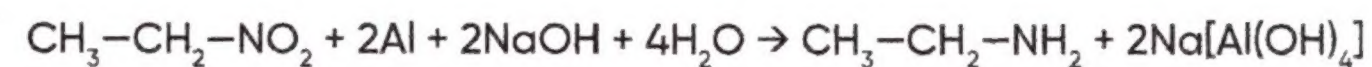
гидрирование:
 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N} + \text{H}_2$
 $\downarrow$
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$

3. Восстановление нитросоединений

а) В промышленности:

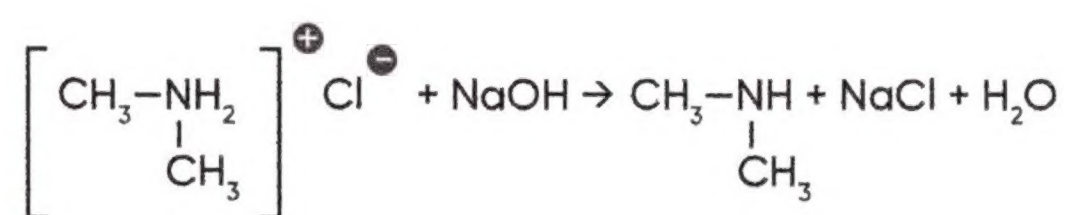
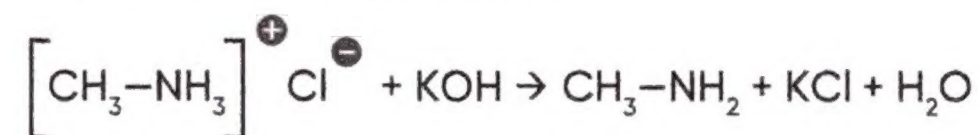


б) В лаборатории:



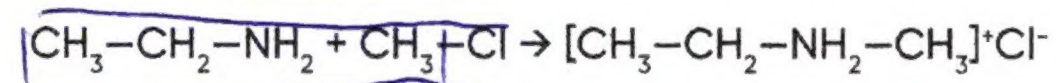
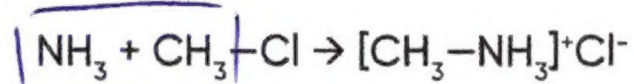
Лабораторные способы

1. Взаимодействие солей аминов с щелочами

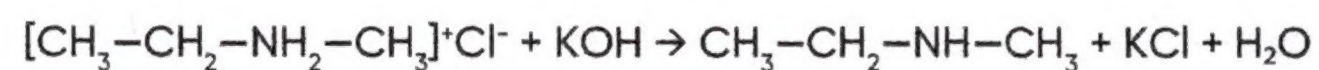


2. Алкилирование аммиака и аминов

Через соль!

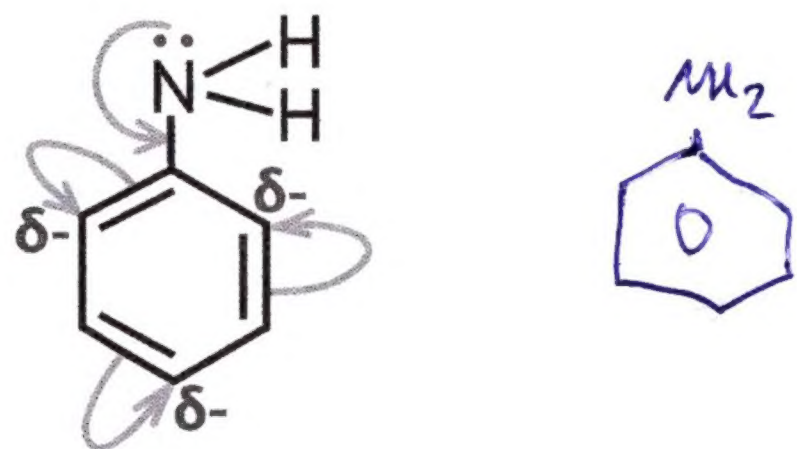


Разрушение соли раствором щёлочи или избытком аммиака



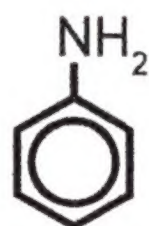
Анилин

Анилин — фениламин



Физические свойства анилина

- Маслянистая жидкость с характерным запахом
- Плохо растворим в воде
- Ядовит
- Анилин способен всасываться через кожу в кровь и нарушать функции гемоглобина



Химические свойства анилина

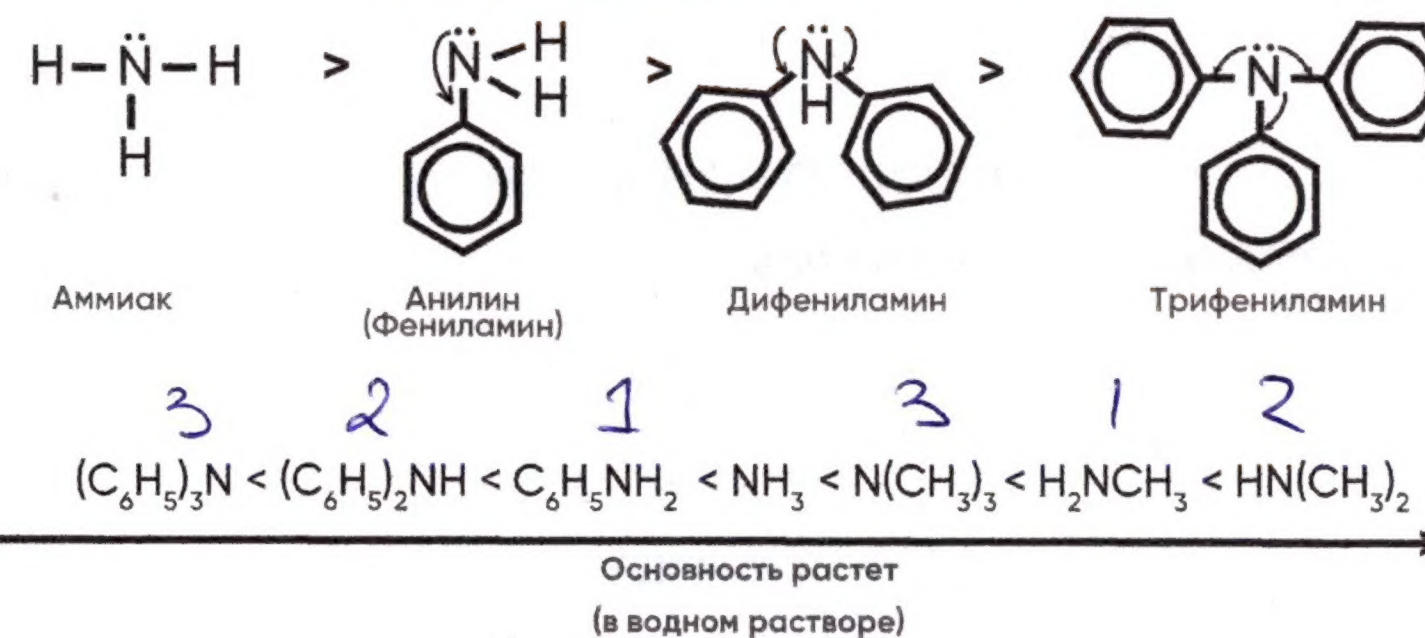
I. Реакции по аминогруппе

1. Взаимодействие с кислотами

II. Реакции с участием бензольного кольца

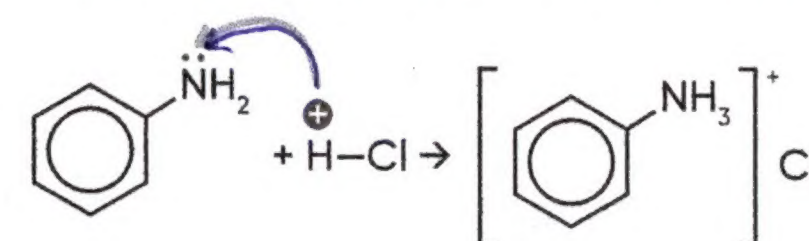
1. Бромирование

Основность аминов



Реакции по аминогруппе

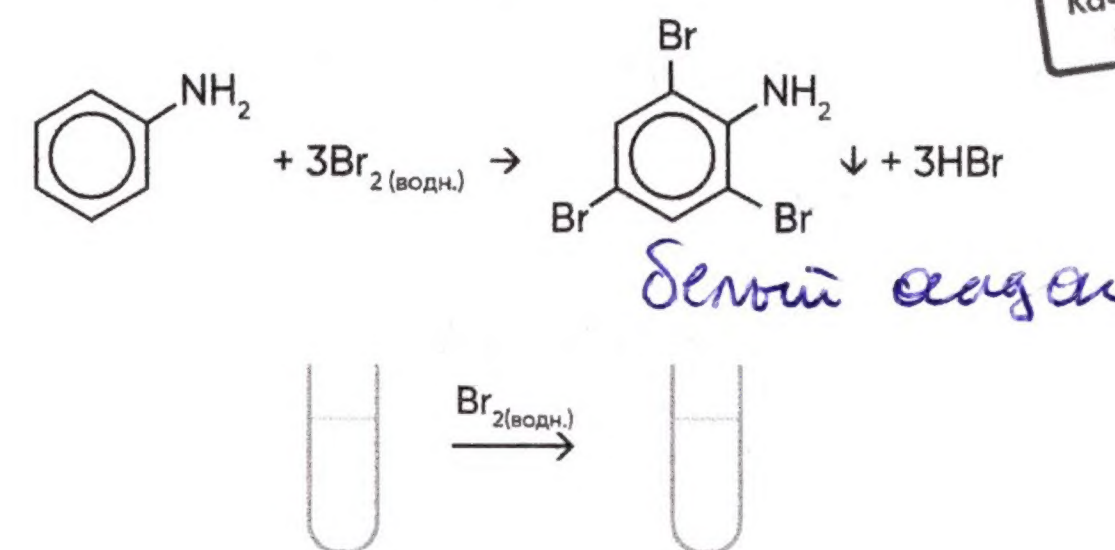
1. Взаимодействие с кислотами



Анилин < аммиак < третичные амины < первичные амины < вторичные амины

Реакции с участием бензольного кольца

1. Бромирование



Качественная реакция

Получение анилина

I. Промышленные способы

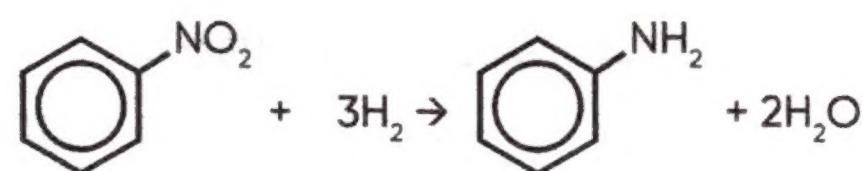
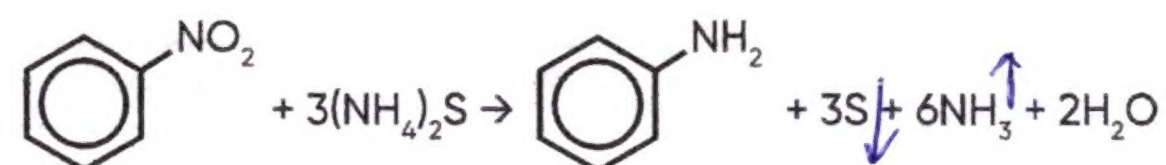
1. Восстановление нитробензола (реакция Зинина)

II. Лабораторные способы

1. Восстановление атомарным водородом

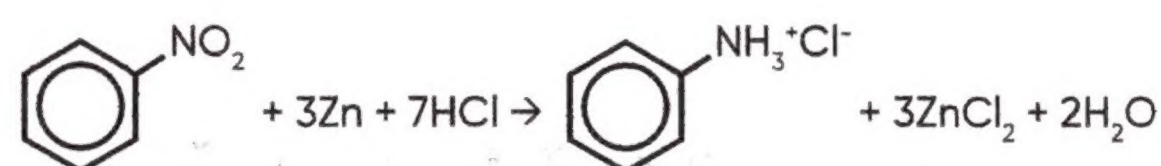
Промышленный способ

1. Восстановление нитробензола (реакция Зинина)



Лабораторный способ

1. Восстановление атомарным водородом



Соли аминов

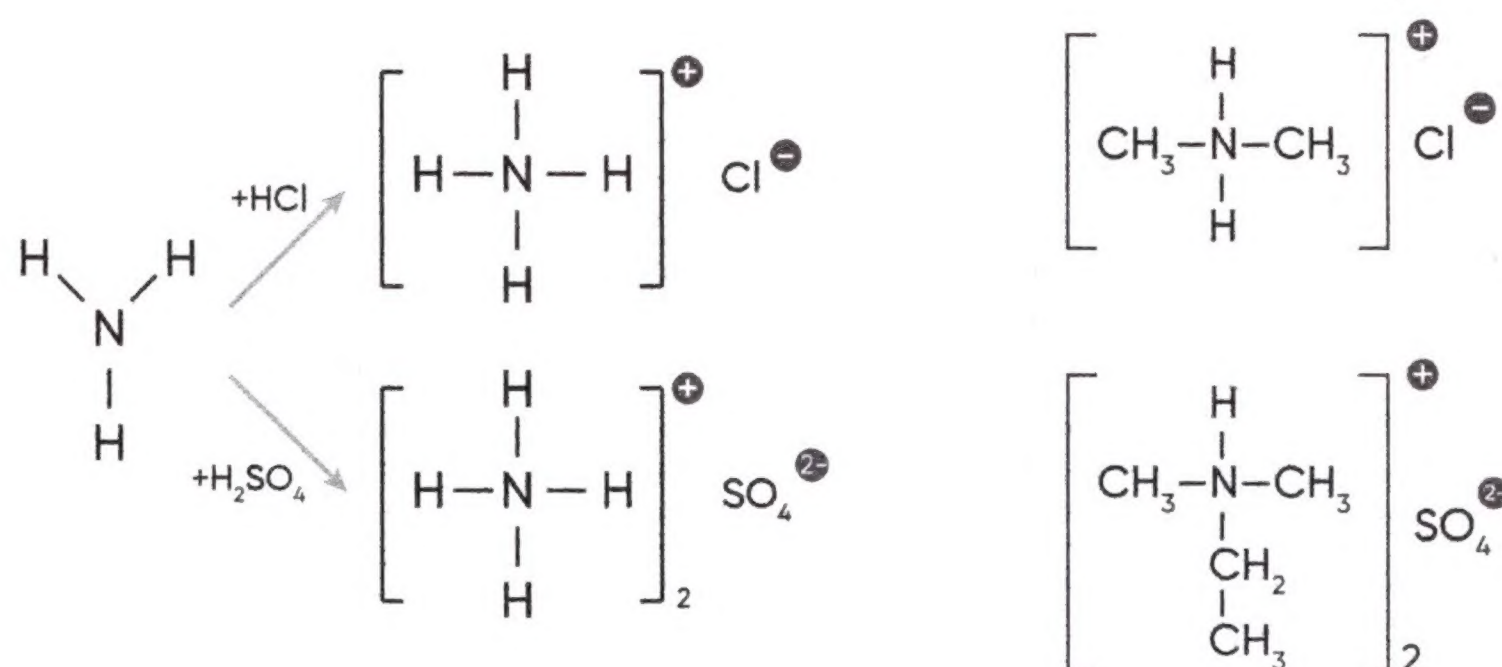
Номенклатура солей аминов

$[\text{CH}_3\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$	хлорид метиламмония (гидрохлорид метиламина)
$[\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_3]^+\text{Cl}^-$	хлорид этиламмония (гидрохлорид этиламина)
$[\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-NH}_3]^+\text{Cl}^-$	хлорид пропиламмония (гидрохлорид пропиламина)
$[\text{CH}_3\text{NH}_3]_2^+\text{SO}_4^{2-}$	сульфат метиламмония
$[\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_3]^+\text{HSO}_4^-$	гидросульфат этиламмония

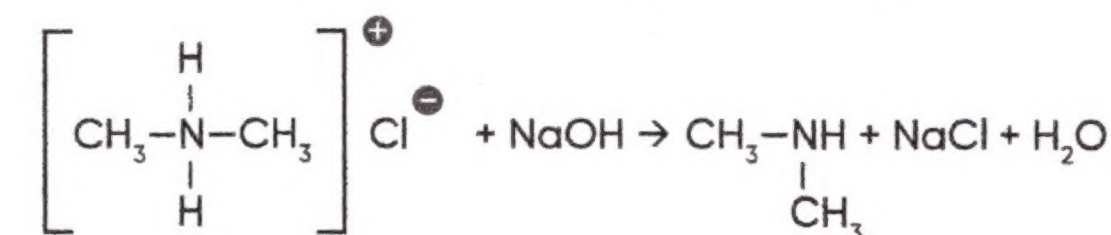
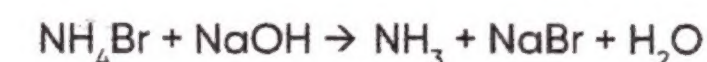
Физические свойства солей аминов

- Твёрдые
- Хорошо растворимые вещества

Соли аминов

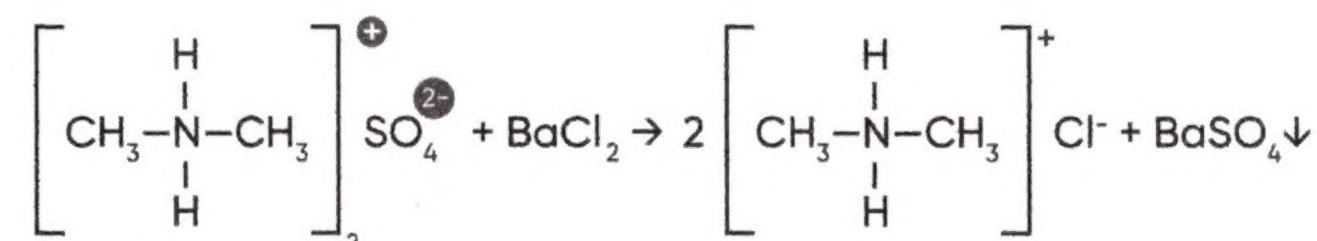
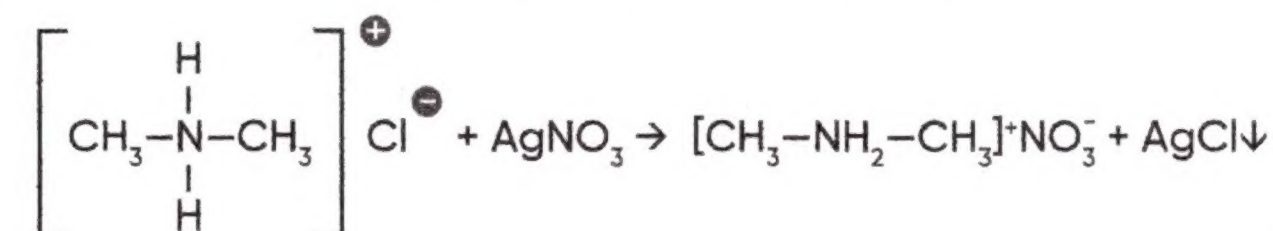
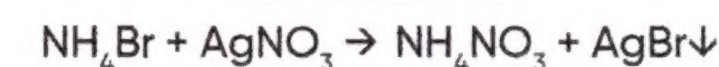


Взаимодействие со щелочами



Взаимодействие с солями

Соль + соль



Химические свойства нитросоединений

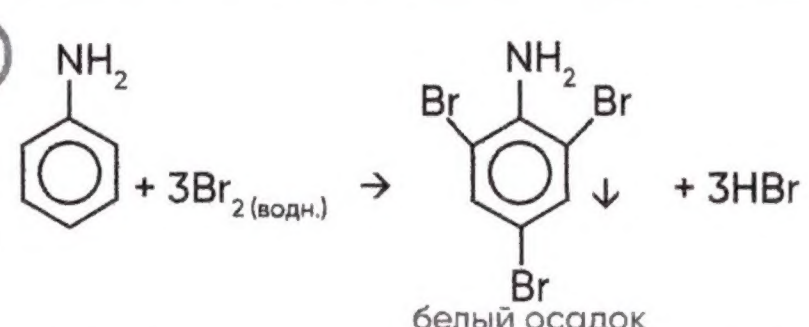
Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции восстановления	1. Восстановление водородом $\text{CH}_3\text{-NO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
	2. Восстановление смесью Zn / Fe и HCl $\text{CH}_3\text{-NO}_2 + 3\text{Fe} + 7\text{HCl} \rightarrow [\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+\text{Cl}^- + 3\text{FeCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
	3. Восстановление смесью Al / Zn и NaOH $\text{CH}_3\text{-NO}_2 + 2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{-NH}_2 + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$

Химические свойства предельных алифатических аминов

Тип реакции	Уравнение реакции
Взаимодействие с водой с образованием гидратов	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{CH}_3\text{NH}_3]^+\text{OH}^-$ гидроксид метиламмония Растворы аминов: $2[\text{CH}_3\text{NH}_3]^+\text{OH}^- + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2[\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+\text{Cl}^-$
Основные свойства: взаимодействие с кислотами с образованием солей	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$ хлорид этиламмония Качественная реакция на соли аминов — взаимодействие со щелочами при нагревании: $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3]^+\text{Cl}^- + \text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ Качественная реакция

Тип реакции	Уравнение реакции
Взаимодействие с азотистой кислотой (дезаминирование аминов)	Первичные: $\text{RNH}_2 + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{ROH} + \text{N}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ Качественная реакция
	*Примечание: характерный признак реакции – выделение азота
	Вторичные: $\text{R}_2\text{NH} + \text{HNO}_2 \rightarrow \text{R}_2\text{N} - \text{N} = \text{O} + \text{H}_2\text{O}$
Алкилирование – взаимодействие с галогеналканами (реакция Гофмана)	Нитрозоамины $\text{R}_2\text{N} - \text{N} = \text{O}$ – маслообразные вещества желтого цвета с характерным запахом.
	*Примечание: нитрозо – название группы $-\text{N}=\text{O}$
	Третичные алифатические амины при комнатной температуре и низкой концентрации HNO_2 с ней не реагируют
Горение	Нагревание аминов с галогеналканами приводит к их последовательному алкилированию, т. е. из первичных аминов образуются вторичные, из вторичных – третичные амины: $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{I} \xrightarrow{\text{t}^\circ} [(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2]^+\text{I}^- \xrightarrow{\text{NaOH}} (\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$ $(\text{CH}_3)_2\text{NH} + \text{CH}_3\text{I} \xrightarrow{\text{t}^\circ} [(\text{CH}_3)_3\text{NH}]^+\text{I}^- \xrightarrow{\text{NaOH}} (\text{CH}_3)_3\text{N} + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$

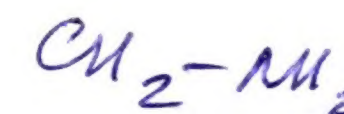
Химические свойства анилина

Тип реакции	Уравнение реакции
Реакции по бензольному кольцу	Качественная реакция 
Основные свойства: взаимодействие с кислотами с образованием солей	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$ хлорид фениламмония
Реакции алкилирования и ацилирования	Алкилирование $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{I} \xrightarrow{\text{t}^\circ} [\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 - \text{CH}_3]^+\text{I}^- \xrightarrow{\text{NaOH}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH} - \text{CH}_3 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$ N – метиланилин *Примечание: последовательное алкилирование позволяет получить из анилина вторичные и третичные амины

Задание 1 (13 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует метиламин. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

1. ~~CH₃-CH₂-NH₂~~
2. H₃PO₄
3. CH₃-CH₂-Cl
4. ~~NaOH~~
5. CH₃-CH₃

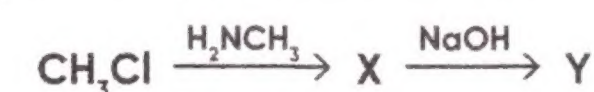


Ответ:

2 3

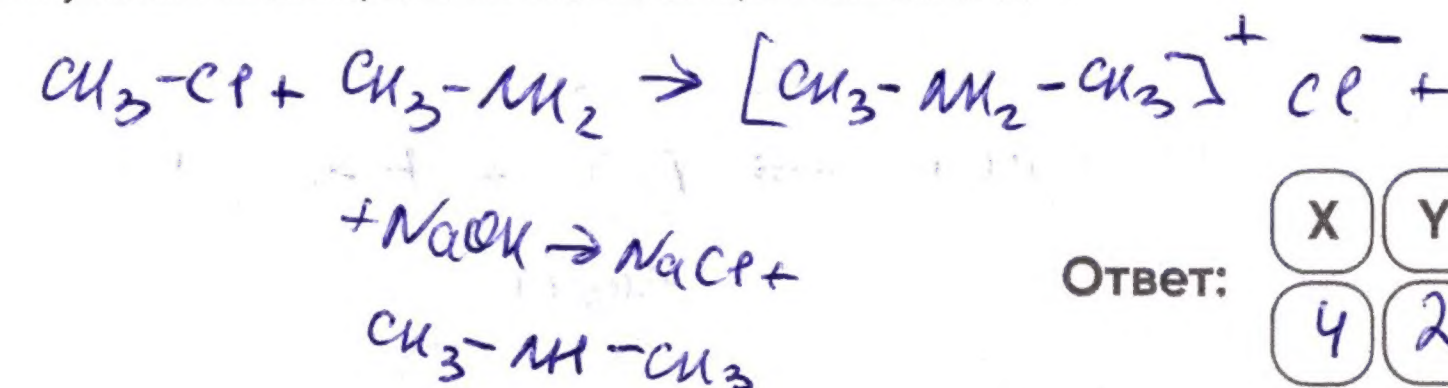
Задание 2 (16 КИМ)

Задана схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

1. CH₃CH₂NH₂
2. (CH₃)₂NH
3. [(CH₃)₂NH₂]⁺Cl⁻
4. [CH₃CH₂NH₃]⁺Cl⁻
5. CH₂=CHNH₂



Ответ:

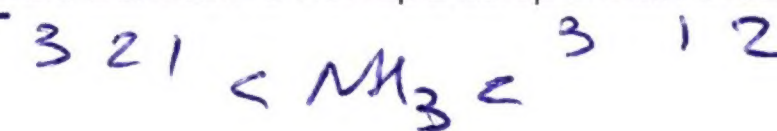
X Y
4 2

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Задание 3 (13 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются более сильными основаниями, чем аммиак. Запишите номера выбранных ответов.

1. метиламин
2. ~~анилин~~
3. диэтиламин
4. ~~дифениламин~~
5. ~~трифениламин~~



Ответ:

1 3

Задание 4 (13 КИМ)

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует анилин. Запишите номера выбранных вариантов ответа.

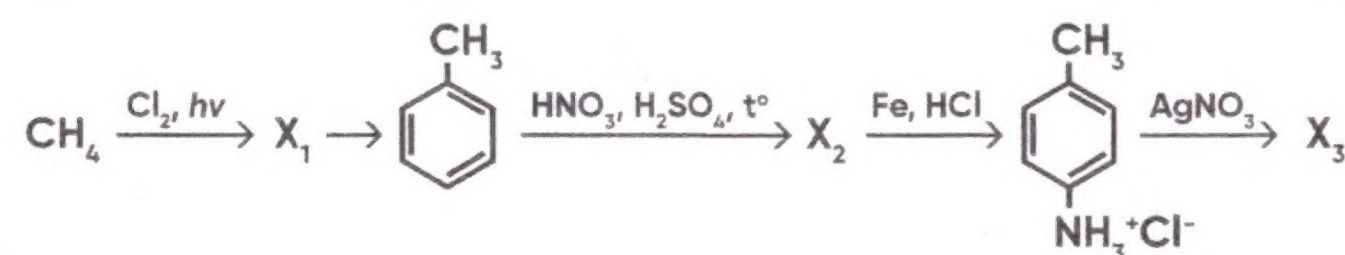
1. ~~гидроксид калия~~
2. хлорид натрия
3. азотная кислота
4. ~~азот~~
5. бром

Ответ:

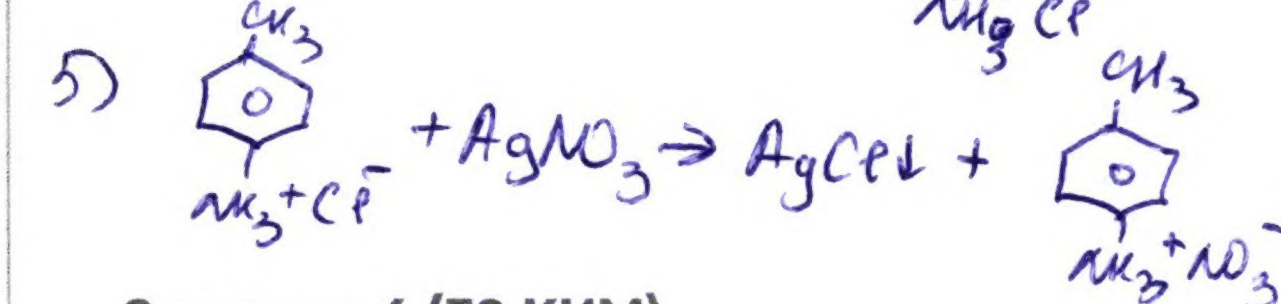
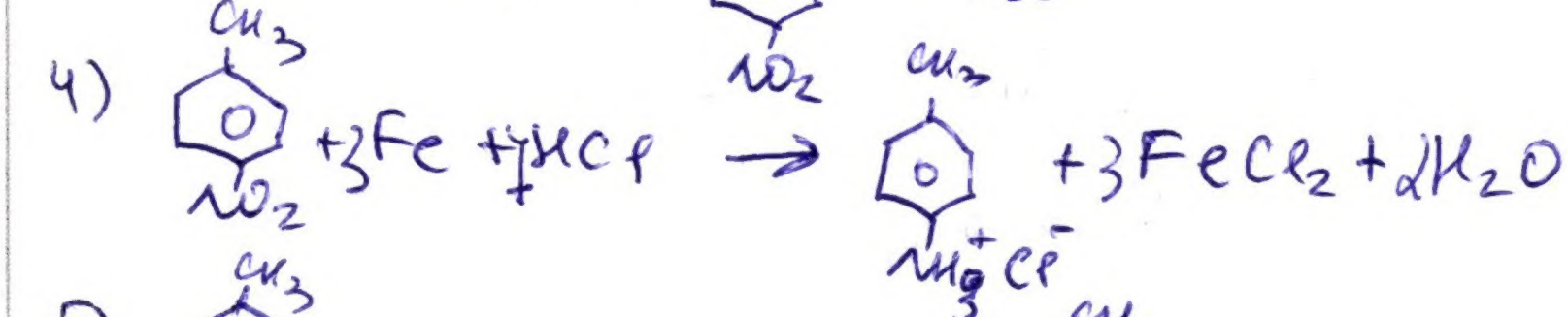
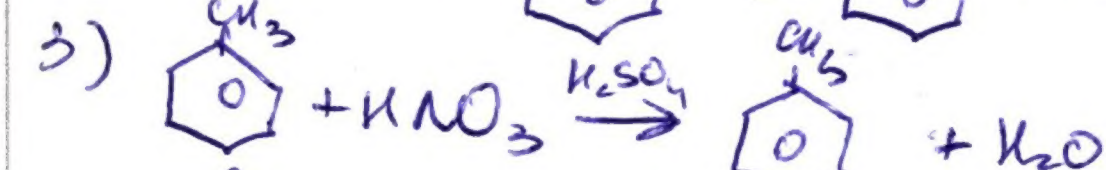
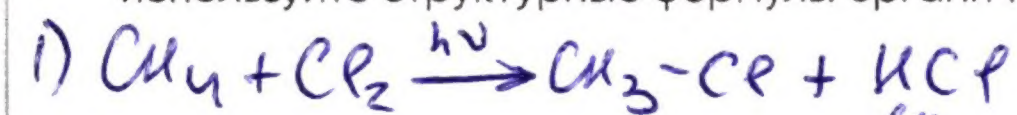
3 5

Задание 5 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

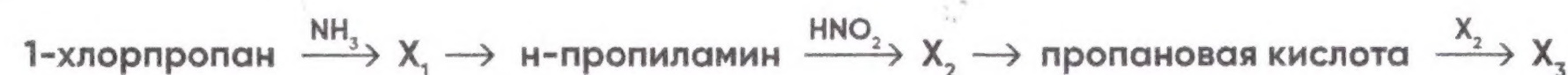


При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

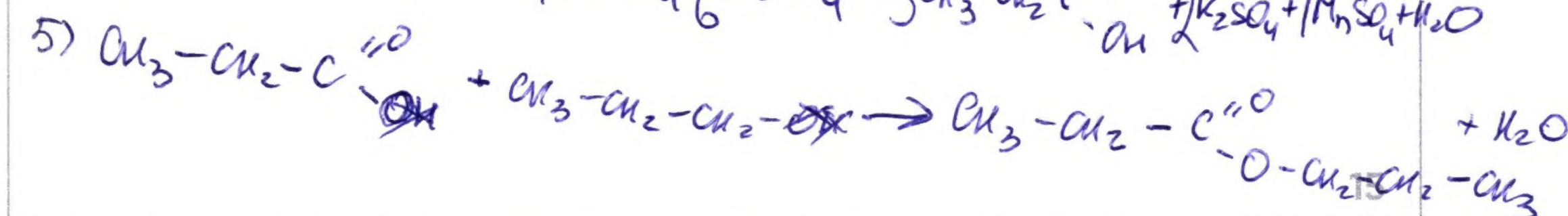
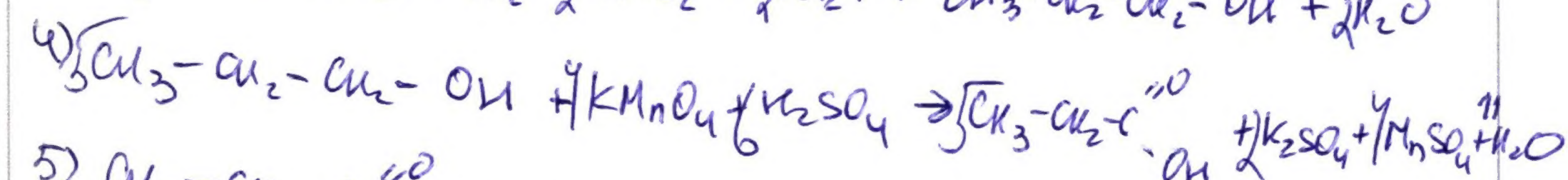
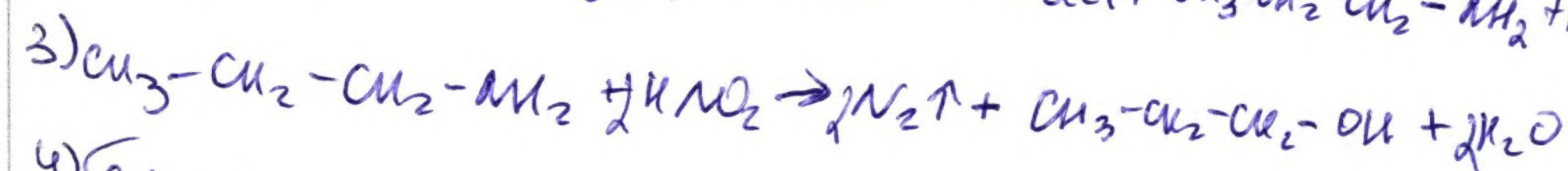
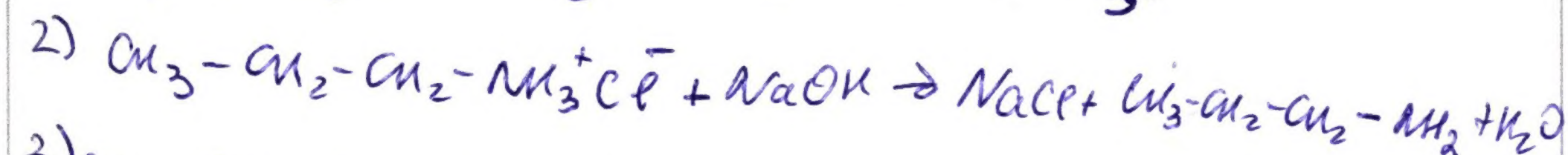
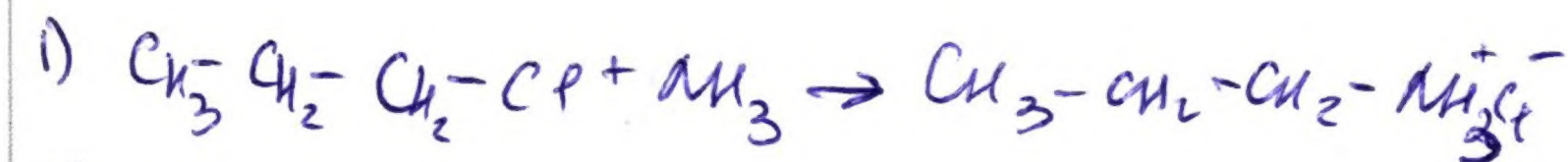


Задание 6 (32 КИМ)

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.



РЕАЛЬНЫЙ ЕГЭ 2021